

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년06월24일
(11) 등록번호 10-0841075
(24) 등록일자 2008년06월18일

(51) Int. Cl.
B25J 5/00 (2006.01) *B25J 13/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-0124991
(22) 출원일자 2006년12월08일
심사청구일자 2006년12월08일
(65) 공개번호 10-2007-0062423
(43) 공개일자 2007년06월15일
(30) 우선권주장
JP-P-2005-00358355 2005년12월12일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP 16-361467 A
JP 15-165077 A
공개특허 제2005-31082호

(73) 특허권자
혼다 기켄 고교 가부시키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 미나미아오야마 2쵸메 1반 1고
(72) 발명자
스기야마 겐이치로
일본국 사이타마켄 와코시 츄오 1쵸메 4-1 가부시키가이샤혼다기쥬츠 겐큐쇼나이
요코야마 다로
일본국 사이타마켄 와코시 츄오 1쵸메 4-1 가부시키가이샤혼다기쥬츠 겐큐쇼나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 8 항 심사관 : 박태욱

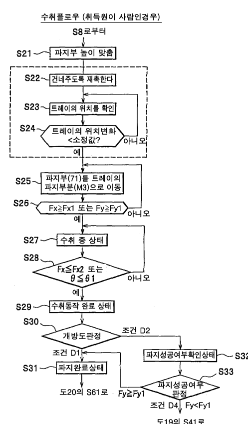
(54) 자율이동로봇 및 자율이동로봇에 의한 물품운반방법

(57) 요 약

자율이동로봇이 물품을 취득원으로부터 주체적으로 수취하고, 진동억제 제어에 의해 흔들림이 억제된 상태로 운반하며, 송달처로 확실히 보내는 것을 가능하게 한다.

물품의 운반에는 소정 사양의 운반용기(M)를 사용한다. 운반용기에는, 화상 식별을 위한 패턴(M2) 및 파지에 적합한 형상의 파지부분(M3)을 구비한다. 로봇(R)은, 취득원의 화상으로부터, 운반해야 할 물품을 놓아둔 소정 사양의 운반용기의 파지에 적합한 소정 위치를 인식하는 파지위치 인식수단(261)과, 파지부를 운반용기의 소정 위치로 구동하고, 소정 위치를 파지하는 제어를 행하는 파지 제어수단(262)과, 파지부에 작용하는 외력에 기초하여 파지에 성공했는지의 여부를 판단하는 파지 성공여부 판정수단(245)을 구비한다. 또, 운반 중에, 파지부에 작용하는 외력을 상쇄하는 귀환제어를 행함으로써, 파지부의 진동을 억제하는 진동억제 제어수단(410)을 구비한다.

대표도 - 도13



(72) 발명자
고시이시 다케시
일본국 사이타마켄 와코시 츄오 1쵸메 4-1 가부시키가이샤혼다기쥬츠 겐큐죠나이

마키노 히로유키
일본국 사이타마켄 와코시 츄오 1쵸메 4-1 가부시키가이샤혼다기쥬츠 겐큐죠나이

특허청구의 범위

청구항 1

물품을 파지하는 개폐 가능한 파지부와 카메라와 자율이동수단과 물품을 취득원으로부터 송달처로 운반하는 것을 가능하게 하는 제어수단을 구비한 자율이동로봇에 있어서,

상기 제어수단이,

상기 카메라에 의해 촬상된 상기 취득원의 화상으로부터, 운반해야 할 물품을 놓아둔 소정 사양의 운반용기를 파지할 수 있는 소정 위치를 인식하는 파지위치 인식수단과,

상기 파지부를 상기 운반용기의 상기 소정 위치로 이동시키고, 그 소정 위치를 파지하는 제어를 행하는 파지제어수단과,

상기 파지부에 상기 물품으로부터 작용하는 외력이 소정의 값 이상인지의 여부에 의해 상기 파지에 성공했는지의 여부를 판정하며, 상기 물품으로부터 작용하는 외력이 소정의 값 이상일 경우는 파지 성공이라고 판정하는 파지 성공여부 판정수단을 구비한 것을 특징으로 하는 자율이동로봇.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 송달처로의 운반 중에, 상기 파지부에 작용하는 외력을 상쇄하는 귀환제어를 행하는 진동억제 제어수단을 더 구비한 것을 특징으로 하는 자율이동로봇.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 진동억제 제어수단은,

상기 파지부의 움직임을 결정짓는 관절을 움직이는 액추에이터마다 설치되고, 각 액추에이터를 구동 제어하는 액추에이터 제어부와,

상기 파지부에 작용하는 상기 외력으로부터, 상기 파지부에 가해지는 가속도 성분을 구하고, 상기 가속도 성분으로부터 상기 액추에이터 제어부가 응답 가능한 성분만을 추출하는 추출수단과,

상기 추출수단에 의해 추출한 성분을 소정의 연산에 의해 각 액추에이터마다의 신호로 나누고, 나눈 각 신호를 대응하는 액추에이터 제어부의 속도제어루프에 가하는 인가수단을 구비한 것을 특징으로 하는 자율이동로봇.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 가속도 성분은, 상기 파지부에 가해지는 연직방향의 힘 및 상기 파지부에 가해지는 로봇의 좌우방향의 축 둘레의 모멘트 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 자율이동로봇.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 송달처의 상기 운반용기를 놓아두는 놓임장소의 높이로부터 목표위치를 결정하는 수취/이양 높이 결정수단과,

파지한 상기 운반용기를 상기 목표위치까지 내리는 파지부 이동수단과,

상기 파지부에 상기 물품으로부터 작용하는 외력이 소정의 값 이상인지의 여부에 의해 상기 운반용기의 설치가 완료되었는지의 여부를 판정하며, 상기 물품으로부터 작용하는 외력이 소정의 값 이상일 경우는, 상기 운반용기의 설치가 완료되었다고 판정하는 이양 완료 판정수단을 구비한 것을 특징으로 하는 자율이동로봇.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 운반용기의 설치가 완료되기 전에, 상기 파지부가 소정의 높이까지 내려갔는지의 여부에 기초하여 설치의 성공여부를 판정하는 설치 성공여부 판정수단을 더 구비한 것을 특징으로 하는 자율이동로봇.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제어수단은, 상기 취득원이 사람인 경우에 상기 사람의 이양의 습숙도(習熟度)를 판정하는 습숙도 판정수단을 더 구비하고,

상기 파지제어수단은, 상기 습숙도에 따라 동작속도를 조정하는 것을 특징으로 하는 자율이동로봇.

청구항 8

물품을 파지하는 개폐 가능한 파지부와 카메라와 자율이동수단을 구비한 자율이동로봇에 물품을 취득원으로부터 송달처까지 운반시키는 물품운반방법으로서,

상기 물품운반방법은,

상기 카메라에 의해 촬상된 상기 취득원의 화상으로부터, 운반해야 할 물품을 놓아둔 소정 사양의 운반용기를 파지할 수 있는 소정 위치를 인식하는 파지위치 인식단계와,

상기 파지부를 상기 운반용기의 상기 소정 위치로 이동시키고, 그 소정 위치를 파지하는 제어를 행하는 파지제어단계와,

상기 파지부에 상기 물품으로부터 작용하는 외력이 소정의 값 이상인지의 여부에 의해 상기 파지에 성공했는지의 여부를 판정하며, 상기 물품으로부터 작용하는 외력이 소정의 값 이상일 경우는 파지 성공이라고 판정하는 파지 성공여부 판정단계와,

상기 송달처로의 운반 중에, 상기 파지부에 작용하는 외력을 상쇄하는 귀환 제어를 행하는 진동억제 제어단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 자율이동로봇에 의한 물품운반방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<55> 본 발명은, 자율이동가능한 로봇에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 그 로봇의 손에 물건을 들게 하여 운반시키는 기술에 관한 것이다.

<56> 최근, 자율이동가능한 로봇에 물품을 운반시키는 시도가 여러가지 행해지고 있다. 예를 들면, 본 출원인은, 로봇이 사람으로부터 물품을 수취할 때에 사람에게 위화감을 주지 않고 수취동작을 행하는 것이 가능한 물품운반 시스템을 이미 제안하였다(일본특허출원 2004-361467호(단락 0151~0175, 도 13~28) 참조). 그 시스템의 로봇은, 물품을 파지하는 개폐 가능한 파지부, 파지부에 작용하는 외력을 검출하는 외력 검출수단, 파지부의 개방도를 검출하는 개방도 검출수단 및 자율이동수단 등을 구비하여, 사람으로부터 물품을 수취하고, 사람이나 놓임장소 등의 송달처로 보낼 수 있다. 파지부가 물품을 파지하고 있지 않은 상태에서 제1 소정값 이상의 외력을 검출한 경우에, 파지부에 수취동작을 개시시키고, 수취동작 중에, 검출한 파지부의 외력과 개방도 중 적어도 한쪽에 기초하여 물품의 수취동작완료를 판정하도록 구성되어 있다.

<57> 그러나, 종래의 일본특허출원 2004-361467호의 시스템에서는, 로봇이 물품을 사람으로부터 수취하는 것(이하, 「수동적 수취」라고 함)을 전제로 하고 있었다. 즉, 로봇이 사람으로부터 물품을 수취할 때에, 로봇이 내민 파지부(사람의 손에 상당함)에 사람이 물품을 위치맞춤하여, 어느 정도의 힘으로 누를 필요가 있었다. 이 때문에, 로봇에 물품을 건네주는 사람은, 로봇이 내민 파지부에 어느 정도의 주의력을 기울여 물품을 들게 해 줄 필요가 있으므로, 얼마 안 되기는 하지만 수고가 필요하였다.

<58> 또한, 로봇이 수취한 물품을 파지하여 송달처까지 이동할 때에, 걸음을 진행할 때마다 파지부가 진동하기 때문에, 마실 것 등의 액체를 운반하는 데는 무리가 있고, 특히 뚜껑을 덮지 않은 상태로 운반하는 것은 어려웠다.

<59> 이상의 점을 고려하면, 사람으로부터 로봇에 물품을 건네줄 때에, 사람에 의한 주의깊은 위치맞춤을 수반하는 도움동작을 필요로 하지 않고, 소정의 장소에 놓아둔 물품 또는 사람이 내민 물품을 로봇이 주체적으로 수취하는 것(임시로, 「주체적 수취」라고 칭함)이 가능하면 안성맞춤이다.

<60> 또한, 취득원으로부터 송달처까지의 운반 중에 파지부의 진동을 억제하는 것(임시로, 「진동억제 제어」라고 칭함)이 가능하면, 액체의 운반에도 안성맞춤이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<61> 따라서, 본 발명의 과제는, 물품을 취득원으로부터 주체적으로 수취하고, 진동억제 제어에 의해 운반중의 물품의 흔들림을 억제하여 운반하며, 송달처로 확실히 물품을 보내는 것이 가능한 로봇을 제공하는 것이다.

<62> 본 발명의 과제는, 자율이동가능한 로봇이 물품을 취득원으로부터 주체적으로(사람의 도움을 필요로 하지 않고) 수취하고, 진동억제 제어에 의해 운반중의 물품의 흔들림을 억제하여 운반하며, 송달처로 확실히 물품을 보내는 것을 가능하게 하는 물품운반방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

<63> 상기 과제를 해결하기 위해서, 청구항 1에 기재된 발명에서는, 물품을 파지하는 개폐 가능한 파지부와 카메라와 자율이동수단과 물품을 취득원으로부터 송달처로 운반하는 것을 가능하게 하는 제어수단을 구비한 자율이동로봇에 있어서, 상기 제어수단이, 상기 카메라에 의해 촬상된 상기 취득원의 화상으로부터, 운반해야 할 물품을 놓아둔 소정 사양의 운반용기의 파지에 적합한 소정 위치를 인식하는 파지위치 인식수단과, 상기 파지부를 상기 운반용기의 상기 소정 위치로 구동하고, 그 소정 위치를 파지하는 제어를 행하는 파지제어수단과, 상기 파지부에 작용하는 외력에 기초하여 상기 파지에 성공했는지의 여부를 판정하는 파지 성공여부 판정수단을 구비한 것을 특징으로 한다.

<64> 이 구성에 의하면, 운반용기의 소정 위치를 인식하고, 파지부를 운반용기의 소정 위치로 구동하여 소정 위치를 파지하며, 파지부에 작용하는 외력에 기초하여 파지에 성공했는지의 여부를 판정하므로, 사람의 도움을 빌리지 않고 확실히 운반용기를 취할 수 있다.

<65> 청구항 2에 기재된 로봇은, 상기 송달처로의 운반 중에, 상기 파지부에 작용하는 외력을 상쇄하는 귀환제어를 행하는 진동억제 제어수단을 더 구비한 것을 특징으로 한다.

<66> 이 구성에 의하면, 운반 중에 파지부의 진동을 억제하므로, 물품의 흔들림을 억제하여 운반할 수 있으므로, 액체 등의 운반도 가능하게 된다.

<67> 청구항 3에 기재된 로봇은, 상기 진동억제 제어수단이, 상기 파지부의 움직임을 결정짓는 관절을 움직이는 액추에이터마다 설치되고, 각 액추에이터를 구동 제어하는 액추에이터 제어부와, 상기 파지부에 작용하는 상기 외력으로부터, 상기 파지부에 가해지는 가속도 성분을 구하고, 상기 가속도 성분으로부터 상기 액추에이터 제어부가 응답 가능한 성분만을 추출하는 추출수단과, 상기 추출수단에 의해 추출한 성분을 소정의 연산에 의해 각 액추에이터마다의 신호로 나누고, 나눈 각 신호를 대응하는 액추에이터 제어부의 속도제어루프에 가하는 인가수단을 구비한 것을 특징으로 한다.

<68> 이 구성에 의하면, 청구항 2와 마찬가지의 효과가 얻어진다.

<69> 청구항 4에 기재된 로봇은, 상기 가속도 성분이, 상기 파지부에 가해지는 연직방향의 힘 및 상기 파지부에 가해지는 로봇의 좌우방향의 축둘레의 모멘트 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<70> 이 구성에 의하면, 취급하는 성분을 줄일 수 있으므로 구성을 간단히 할 수 있다.

<71> 청구항 5에 기재된 로봇은, 상기 송달처의 상기 운반용기를 놓아두는 놓임장소의 높이로부터 목표위치를 결정하는 수취/이양(移讓) 높이 결정수단과, 파지한 상기 운반용기를 상기 목표위치까지 내리는 파지부 이동수단과, 상기 파지부에 작용하는 상기 외력에 기초하여 상기 운반용기의 설치가 완료되었는지의 여부를 판정하는 이양 완료 판정수단을 구비한 것을 특징으로 한다.

<72> 이 구성에 의하면, 놓임장소의 높이로부터 목표위치를 결정하고, 파지한 운반용기를 상기 목표위치까지 내리며,

힘센서로부터의 검출값에 기초하여 운반용기의 설치가 완료되었는지의 여부를 판정하므로, 운반용기를 사람의 도움을 빌리지 않고 놓임장소에 두는 것이 가능하게 된다.

<73> 청구항 6에 기재된 로봇은, 상기 운반용기의 설치가 완료되기 전에, 상기 파지부가 소정의 높이까지 내려갔는지의 여부에 기초하여 설치의 성공여부를 판정하는 설치 성공여부 판정수단을 더 구비한 것을 특징으로 한다.

<74> 이 구성에 의하면, 설치가 완료되기 전에, 파지부가 소정의 높이까지 내려가면, 설치에 실패했다고 판정하므로, 소정의 높이를 파지부의 가동영역의 하한 근처로 설정함으로써, 쓸데없는 동작을 줄일 수 있다.

<75> 청구항 7에 기재된 로봇은, 상기 제어수단이, 상기 취득원이 사람인 경우에 상기 사람의 이양의 습숙도(習熟度)를 판정하는 습숙도 판정수단을 더 구비하고, 상기 파지제어수단이 상기 습숙도에 따라 동작속도를 조정하는 것을 특징으로 한다.

<76> 이 구성에 의하면, 사람의 습숙도에 따라, 파지제어의 동작속도를 조정하므로, 습숙도가 낮다고 판정된 사람에 대해서는 불안감을 주지 않도록 하고, 습숙도가 높다고 판정된 사람에 대해서는 번거로움을 느끼지 않도록 하는 것이 가능하게 된다.

<77> 또, 청구항 8에 기재된 발명은, 물품을 파지하는 개폐 가능한 파지부와 카메라와 자율이동수단을 구비한 로봇에 물품을 취득원으로부터 송달처까지 운반시키는 물품운반방법으로서, 그 물품운반방법은, 상기 취득원의 화상으로부터, 운반해야 할 물품을 놓아둔 소정 사양의 운반용기의 파지에 적합한 소정 위치를 인식하는 파지위치 인식단계와, 상기 파지부를 상기 운반용기의 상기 소정 위치로 구동하고, 그 소정 위치를 파지하는 제어를 행하는 파지제어단계와, 상기 파지부에 작용하는 외력에 기초하여 상기 파지에 성공했는지의 여부를 판정하는 파지 성공여부 판정단계와, 상기 송달처로의 운반 중에, 상기 파지부에 작용하는 외력을 상쇄하는 귀환제어를 행하는 진동억제 제어단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<78> 이 구성에 의하면, 운반용기의 소정 위치를 인식하고, 파지부를 운반용기의 소정 위치로 구동하여 소정 위치를 파지하며, 파지부에 작용하는 외력에 기초하여 파지에 성공했는지의 여부를 판정하므로, 사람의 도움을 빌리지 않고 확실히 운반용기를 취할 수 있다.

<79> 이하, 본 발명의 실시형태와 첨부도면에 의해 본 발명을 상세하게 설명한다.

<80> 복수의 도면에 같은 요소를 나타내는 경우에는 동일한 참조부호를 붙인다.

<81> (로봇 제어시스템(A)의 구성)

<82> 먼저, 본 발명의 실시형태에 관한 로봇 제어시스템(A)에 대해서 설명한다. 도 1은, 본 발명의 실시형태에 관한 로봇 제어시스템을 도시한 시스템 구성도이다.

<83> 도 1에 도시한 바와 같이, 로봇 제어시스템(A)은, 태스크 실행영역(로봇 가동영역)(EA)에 배치된 1대 이상(본 실시형태에서는 1대)의 로봇(R)과, 이들 로봇(R)과 무선통신에 의해 접속된 기지국(예를 들면, 무선LAN)(1)과, 기지국(1)에 루터(2)를 통해 접속된 로봇관리장치(예를 들면, 서버)(3)와, 로봇관리장치(3)에 네트워크(4)를 통해 접속된 단말(5)을 구비하고 있다.

<84> 로봇(R)은, 태스크 실행영역(EA)에 배치되어 있고, 태스크 실행영역(EA) 내에서 자율이동을 행하며, 실행명령신호에 기초하여 물품운반 등의 태스크를 실행하는 것이다. 이 태스크 실행영역(EA) 내에는, 운반해야 할 물품을 놓는 물품 놓임장소(B1) 및 하나 이상의 송달처인 송달처 물품 놓임장소(C1~C3)가 마련되어 있다. 물품 놓임장소(B1, C1~C3)는, 예를 들면 테이블이나 카운터 등이다. 또한, 태스크 실행영역(EA)에는, 검출용의 태그(T)를 붙이고 로봇(R)과의 물품의 이양을 하는 사람(H)이 있다. 로봇(R)은, 물품을 건네주는 사람(H)을 발견하지 못한 경우 등에는, 예를 들면 물품 놓임장소(C3)에 물품을 놓을 수 있다.

<85> 로봇관리장치(3)는, 후기하는 단말(5)로부터 입력되는 태스크 데이터에 기초하여 로봇(R)에 태스크를 실행시키기 때문에, 이 태스크의 내용을 포함하는 실행명령신호를 생성하고, 로봇(R)에 출력한다. 이 태스크 데이터는, 로봇(R)에 실행시키는 태스크에 관한 데이터로서, 예를 들면 로봇(R)에 물품을 건네주는 사람, 로봇(R)이 물품을 건네주는 사람, 운반하는 물품의 종류 등을 포함하고 있다.

<86> 단말(5)은, 로봇관리장치(3)에 태스크 데이터를 입력하기 위한 입력장치로서, 데스크 톱형 컴퓨터, PHS 등이다. 또한, 단말(5)은, 로봇(R)으로부터 보내진 행동보고신호(태스크 완료 보고신호)를 사람이 확인 가능하게 출력하기 위한 출력(표시)장치이기도 하다.

<87> (로봇(R)의 구성)

<88> 다음에, 본 발명의 실시형태에 관한 로봇(R)에 대해서 설명한다. 이하의 설명에 있어서, 로봇(R)의 전후방향으로 X축, 좌우방향으로 Y축, 상하방향으로 Z축을 취한다(도 2 참조).

<89> 본 발명의 실시형태에 관한 로봇(R)은, 자율이동형의 2발 이동로봇이다. 이 로봇(R)은, 로봇관리장치(3)로부터 송신된 실행명령신호에 기초하여 태스크를 실행하는 것이다.

<90> 도 2는, 도 1의 로봇의 외관을 도시한 모식도이다. 도 2에 도시한 바와 같이, 로봇(R)은, 인간과 마찬가지로 2개의 다리부(R1)(1개만 도시)에 의해 기립, 이동(보행, 주행 등)하고, 상체부(R2), 2개의 팔부(R3)(1개만 도시) 및 머리부(R4)를 구비하며, 자율하여 이동한다. 또한, 로봇(R)은, 이들 다리부(R1), 상체부(R2), 팔부(R3) 및 머리부(R4)의 동작을 제어하는 제어장치를 탑재하는 제어장치 탑재부(R5)를 짊어지는 형태로 등(상체부(R2)의 후부)에 구비하고 있다.

<91> (로봇(R)의 구동구조)

<92> 다음에, 로봇(R)의 구동구조에 대해서 설명한다. 도 3은, 도 2의 로봇의 구동구조를 모식적으로 도시한 사시도이다. 또, 도 3에서의 관절부는, 그 관절부를 구동하는 전동모터에 의해 나타나 있다.

<93> (다리부(R1))

<94> 도 3에 도시한 바와 같이, 좌우 각각의 다리부(R1)는, 6개의 관절부(11R(L)~16R(L))를 구비하고 있다. 좌우 합하여 12개의 관절은, 가랑이부(股部; 다리부(R1)와 상체부(R2)의 연결부분)의 다리부 회선(回旋)용(Z축 둘레)의 고관절부(11R, 11L)(우측을 R, 좌측을 L이라 함. 또한, R, L을 부여하지 않은 경우도 있음. 이하 동일.), 가랑이부의 피치축(Y축) 둘레의 고관절부(12R, 12L), 가랑이부의 롤축(X축) 둘레의 고관절부(13R, 13L), 무릎부의 피치축(Y축) 둘레의 무릎관절부(14R, 14L), 발목의 피치축(Y축) 둘레의 발목 관절부(15R, 15L) 및 발목의 롤축(X축) 둘레의 발목관절부(16R, 16L)로 구성되어 있다. 그리고, 다리부(R1)의 아래에는 발부(17R, 17L)가 장착되어 있다.

<95> 즉, 다리부(R1)는, 고관절부(11R(L), 12R(L), 13R(L)), 무릎관절부(14R(L)) 및 발목관절부(15R(L), 16R(L))를 구비하고 있다. 고관절부(11R(L)~13R(L))와 무릎관절부(14R(L))는 대퇴 링크(51R, 51L))로, 무릎관절부(14R(L))와 발목관절부(15R(L), 16R(L))는 하퇴 링크(52R, 52L)로 연결되어 있다.

<96> (상체부(R2))

<97> 도 3에 도시한 바와 같이, 상체부(R2)는, 로봇(R)의 몸체 부분으로서, 다리부(R1), 팔부(R3) 및 머리부(R4)와 연결되어 있다. 즉, 상체부(R2)(상체 링크(53))는, 고관절부(11R(L)~13R(L))를 통해 다리부(R1)와 연결되어 있다. 또한, 상체부(R2)는, 후기하는 어깨관절부(31R(L)~33R(L))를 통해 팔부(R3)와 연결되어 있다. 또한, 상체부(R2)는, 후기하는 목관절부(41, 42)를 통해 머리부(R4)와 연결되어 있다.

<98> 또한, 상체부(R2)는, 상체 회선용(Z축 둘레)의 관절부(21)를 구비하고 있다.

<99> (팔부(R3))

<100> 도 3에 도시한 바와 같이, 좌우 각각의 팔부(R3)는, 7개의 관절부(31R(L)~37R(L))를 구비하고 있다. 좌우 합하여 14개의 관절부는, 어깨부(팔부(R3)와 상체부(R2)의 연결부분)의 피치축(Y축) 둘레의 어깨관절부(31R, 31L), 어깨부의 롤축(X축) 둘레의 어깨관절부(32R, 32L), 팔부 회선용(Z축 둘레)의 어깨관절부(33R, 33L), 팔꿈치부의 피치축(Y축) 둘레의 팔꿈치관절부(34R, 34L), 손목 회선용(Z축 둘레)의 팔관절부(35R, 35L), 손목의 피치축(Y축) 둘레의 손목관절부(36R, 36L) 및 손목의 롤축(X축) 둘레의 손목관절부(37R, 37L)로 구성되어 있다. 그리고, 팔부(R3)의 선단에는 파지부(핸드)(71R, 71L)가 장착되어 있다.

<101> 즉, 팔부(R3)는, 어깨관절부(31R(L), 32R(L), 33R(L)), 팔꿈치관절부(34R(L)), 팔관절부(35R(L)) 및 손목관절부(36R(L), 37R(L))를 구비하고 있다. 어깨관절부(31R(L)~33R(L))와 팔꿈치관절부(34R(L))는 위팔 링크(54R(L))로, 팔꿈치관절부(34R(L))와 손목관절부(36R(L), 37R(L))는 앞팔 링크(55R(L))로 연결되어 있다.

<102> (머리부(R4))

<103> 도 3에 도시한 바와 같이, 머리부(R4)는, 목부(머리부(R4)와 상체부(R2)의 연결부분)의 Y축 둘레의 목관절부(41)와, 목부의 Z축 둘레의 목관절부(42)를 구비하고 있다. 목관절부(41)는 머리부(R4)의 틸트각을 설정하기 위한 것이고, 목관절부(42)는 머리부(R4)의 팬을 설정하기 위한 것이다.

<104> 이러한 구성에 의해, 좌우의 다리부(R1)는 합계 12의 자유도를 가지고, 이동중에 12개의 관절부(11R(L)~16R(L))를 적절한 각도로 구동함으로써, 다리부(R1)에 원하는 움직임을 줄 수 있으며, 로봇(R)이 임의로 3차원 공간을 이동할 수 있다. 또한, 좌우의 팔부(R3)는 합계 14의 자유도를 가지고, 14개의 관절부(31R(L)~37R(L))를 적절한 각도로 구동함으로써, 로봇(R)이 원하는 작업을 할 수 있다.

<105> 또한, 발목관절부(15R(L), 16R(L))와 발부(17R(L))의 사이에는, 공지의 6축 힘센서(61R(L))가 설치되어 있다. 6축 힘센서(61R(L))는, 바닥면으로부터 로봇(R)에 작용하는 바닥반력의 3방향 성분(Fx, Fy, Fz)과 모멘트의 3방향 성분(Mx, My, Mz)을 검출한다.

<106> 또한, 손목관절부(36R(L), 37R(L))와 파지부(71R(L))의 사이에는, 공지의 6축 힘센서(62R(L))가 설치되어 있다. 6축 힘센서(62R(L))는, 로봇(R)의 파지부(71R(L))에 작용하는 반력의 3방향 성분(Fx, Fy, Fz)과 모멘트의 3방향 성분(Mx, My, Mz)을 검출한다.

<107> 또한, 상체부(R2)에는, 경사센서(63)가 설치되어 있다. 경사센서(63)는, 상체부(R2)의 중력축(Z축)에 대한 기울기와 그 각속도를 검출한다.

<108> 또한, 각 관절부의 전동모터는, 그 출력을 감속·증력(增力)시키는 감속기(미도시)를 통해 상기한 대퇴 링크(51R(L)), 하퇴 링크(52R(L)) 등을 상대변위시킨다. 이들 각 관절부의 각도는, 관절각도 검출수단(예를 들면, 로터리 인코더)에 의해 검출된다.

<109> 제어장치 탑재부(R5)는, 후기하는 자율이동 제어부(150), 파지부 제어부(160), 무선통신부(170), 주제어부(200), 배터리(도시생략) 등을 수납하고 있다. 각 센서(61~63) 등의 검출데이터는, 제어장치 탑재부(R5) 내의 각 제어부에 보내진다. 또한, 각 전동모터는, 각 제어부로부터의 구동지시신호에 의해 구동된다.

<110> 도 4는, 도 1의 로봇을 도시한 블록도이다. 도 4에 도시한 바와 같이, 로봇(R)은, 다리부(R1), 팔부(R3) 및 머리부(R4)와 더불어, 카메라(C, C), 스피커(S), 마이크(MC, MC), 화상 처리부(100), 음성 처리부(110), 대상 검지부(120), 자율이동 제어부(150), 파지부 제어부(160), 무선 통신부(170), 주제어부(200) 및 기억부(300)를 구비하고 있다. 자율이동 제어부(150), 파지부 제어부(160) 및 주제어부(200)는 청구항의 제어수단을 구성한다.

<111> 또한, 로봇(R)은, 자이로센서(SR1) 및 GPS수신기(SR2)를 구비하고 있다.

<112> 자이로센서(SR1)는, 로봇(R)의 방향에 관한 데이터(방향데이터)를 검출한다. 또한, GPS수신기(SR2)는, 로봇(R)의 위치에 관한 데이터(위치데이터)를 검출한다. 자이로센서(SR1) 및 GPS수신기(SR2)가 검출한 데이터는, 주제어부(200)에 출력되고, 로봇(R)의 행동을 결정하기 위해 이용됨과 동시에, 주제어부(200)로부터 무선 통신부(170)를 통해 로봇관리장치(3)로 송신된다.

<113> [카메라]

<114> 카메라(C, C)는, 영상을 디지털 데이터로서 도입할 수 있는 것으로서, 예를 들면 컬러 CCD(Charge-Coupled Device)카메라가 사용된다. 카메라(C, C)는, 좌우에 평행하게 나란히 배치되고, 촬영한 화상은 화상 처리부(100)에 출력된다. 이 카메라(C, C)와 스피커(S) 및 마이크(MC, MC)는, 모두 머리부(R4)의 내부에 설치된다.

<115> [화상 처리부]

<116> 화상 처리부(100)는, 카메라(C, C)가 촬영한 화상을 처리하고 촬영된 화상으로부터 로봇(R)의 주위의 상황을 파악하기 때문에, 주위의 장애물이나 인물의 인식을 행하는 부분이다. 이 화상 처리부(100)는, 스테레오 처리부(101), 이동체 추출부(102) 및 얼굴 인식부(103)를 구비하고 있다.

<117> 스테레오 처리부(101)는, 좌우의 카메라(C, C)가 촬영한 2장의 화상 중 하나를 기준으로 하여 패턴매칭을 행하고, 좌우의 화상 중의 대응하는 각 화소의 시차(視差)를 계산하여 시차화상을 생성하며, 생성한 시차화상 및 원래의 화상을 이동체 추출부(102)에 출력한다. 이 시차는, 로봇(R)으로부터 촬영된 물체까지의 거리를 나타내는 것이다.

<118> 이동체 추출부(102)는, 스테레오 처리부(101)로부터 출력된 데이터에 기초하여, 촬영한 화상 중의 이동체를 추출하는 것이다. 이동하는 물체(이동체)를 추출하는 것은, 이동하는 물체는 인물이라고 추정하여 인물의 인식을 하기 위해서이다.

<119> 이동체의 추출을 하기 위해서, 이동체 추출부(102)는, 과거의 수 프레임(코마)의 화상을 기억하고 있고, 최신 프레임(화상)과 과거의 프레임(화상)을 비교하여 패턴매칭을 행하며, 각 화소의 이동량을 계산하고, 이동량 화

상을 생성한다. 그리고, 시차화상과 이동량 화상으로부터, 카메라(C, C)로부터 소정의 거리 범위 내에서 이동량이 많은 화소가 있는 경우에, 그 위치에 인물이 있다고 추정하고, 그 소정 거리 범위만의 시차화상으로서 이동체를 추출하고, 얼굴 인식부(103)에 이동체의 화상을 출력한다.

<120> 또한, 이동체 추출부(102)는, 추출한 이동체의 높이, 즉 신장(身長)을 산출하고, 얼굴 인식부(103)에 출력한다.

<121> 즉, 이동체 추출부(102)는, 로봇(R)에 대한 사람의 위치를 특정할 수 있고, 특허청구범위에서의 「사람위치 특정수단」의 일례이다.

<122> 또한, 이동체 추출부(102)는, 사람의 신장을 산출할 수 있다.

<123> 얼굴 인식부(103)는, 추출한 이동체로부터 피부색의 부분을 추출하여, 그 크기, 형상 등으로부터 얼굴의 위치를 인식한다. 마찬가지로, 피부색의 영역과 크기, 형상 등으로부터 손의 위치도 인식된다.

<124> 인식된 얼굴의 위치는, 로봇(R)이 이동할 때의 정보로서, 또한 그 사람과의 커뮤니케이션을 취하기 위해서, 주제어부(200)에 출력됨과 동시에, 무선 통신부(170)에 출력되어 기지국(1)을 통해 로봇관리장치(3)에 송신된다.

<125> [스피커]

<126> 스피커(S)는, 후기하는 음성 합성부(111)에 의해 생성된 음성데이터에 기초하여 음성을 출력한다.

<127> [마이크]

<128> 마이크(MC, MC)는, 로봇(R)의 주위의 소리를 모으는 것이다. 모아진 소리는, 후기하는 음성 인식부(112) 및 음원 정위(定位)부(113)에 출력된다.

<129> [음성 처리부]

<130> 음성 처리부(110)는, 음성 합성부(111), 음성 인식부(112) 및 음원 정위부(113)를 구비하고 있다.

<131> 음성 합성부(111)는, 주제어부(200)가 결정하고, 출력하여 온 발화(發話)행동의 지령에 기초하여 문자정보로부터 음성데이터를 생성하며, 스피커(S)에 음성을 출력하는 부분이다. 음성데이터의 생성에는, 미리 기억하고 있는 문자정보와 음성데이터의 대응관계를 이용한다.

<132> 음성 인식부(112)는, 마이크(MC, MC)로부터 음성데이터가 입력되고, 미리 기억하고 있는 음성데이터와 문자정보의 대응관계에 기초하여 음성데이터로부터 문자 정보를 생성하여, 주제어부(200)에 출력하는 것이다.

<133> 음원 정위부(113)는, 마이크(MC, MC) 사이의 음압 차 및 소리의 도달시간 차에 기초하여 음원의 위치(로봇(R)으로부터의 거리 및 방향)를 특정한다.

<134> [대상 검지부]

<135> 대상 검지부(120)는, 로봇(R)의 주위에 검지용 태그(T)를 구비하는 검지대상(H)이 존재하는지의 여부를 검지함과 동시에, 검지대상(H)의 존재가 검지된 경우, 그 검지대상(H)의 위치를 특정하는 것이다. 대상 검지부(120)에 대해서는, 일본특허출원 2004-361467호에 상세하게 설명되어 있어, 여기서 더 이상 상세하게 서술하는 것은 본 발명의 취지에서 벗어나게 되므로, 추가의 설명은 생략한다.

<136> [자율이동 제어부]

<137> 도 4에 도시한 바와 같이, 자율이동 제어부(150)는, 머리부 제어부(151), 팔부 제어부(152) 및 다리부 제어부(153)를 구비하고 있다.

<138> 머리부 제어부(151)는, 주제어부(200)의 지시에 따라 머리부(R4)를 구동하고, 팔부 제어부(152)는, 주제어부(200)의 지시에 따라 팔부(R3)를 구동하며, 다리부 제어부(153)는, 주제어부(200)의 지시에 따라 다리부(R1)를 구동한다. 이들 자율이동 제어부(150), 머리부(R4), 팔부(R3) 및 다리부(R1)의 조합이 특허청구범위에서의 「자율이동수단(자율이동장치)」의 일례이다.

<139> [파지부 제어부]

<140> 파지부 제어부(160)는, 주제어부(200)의 지시에 따라 파지부(71)를 구동한다.

<141> [무선 통신부]

<142> 무선 통신부(170)는, 로봇관리장치(3)와 데이터의 송수신을 행하는 통신장치이다. 무선 통신부(170)는, 공중회

선 통신장치(171) 및 무선통신장치(172)를 구비하고 있다.

<143> 공중회선 통신장치(171)는, 휴대전화회선이나 PHS(Personal Handyphone System)회선 등의 공중회선을 이용한 무선통신수단이다. 한편, 무선통신장치(172)는, IEEE 802.11b 규격에 준거하는 와이어리스 LAN 등의 근거리 무선통신에 의한 무선통신수단이다.

<144> 무선 통신부(170)는, 로봇관리장치(3)로부터의 접속요구에 따라, 공중회선 통신장치(171) 또는 무선통신장치(172)를 선택하여 로봇관리장치(3)와 데이터 통신을 행한다.

<145> [파지부]

<146> 다음에, 로봇(R)의 파지부(71R(L))에 대해서 도 5 내지 도 6을 참조하여 더 상세하게 설명한다. 도 5의 (a)는 로봇의 파지부를 도시한 사시도로서, 손가락펌상태를 도시한 도면이다. 도 5의 (b)는 로봇의 파지부를 도시한 사시도로서, 손가락접음 상태를 도시한 도면이다. 도 6은, 로봇의 파지부, 개방도 검출수단 및 6축 힘센서를 도시한 블록도이다. 또, 한 쌍의 파지부(71R, 71L)는 경면대칭이고, 도 5의 (a) 및 (b)에는 좌측의 파지부(71L)가 나타나 있다. 이하, 경우에 따라, R, L을 삭제한 부호를 사용하여 설명한다.

<147> 도 5에 도시한 바와 같이, 파지부(71)는, 손바닥부(72)와 제1 손가락부(73)와 제2 손가락부(74)를 구비하고 있다.

<148> 손바닥부(72)는, 손목관절부(36, 37)를 통해 앞팔 링크(55)에 연결되어 있다(도 3 참조).

<149> 제1 손가락부(73)는, 인간의 엄지손가락에 상당하는 부분으로서, 제1 손가락관절부(73a)를 통해 손바닥부(72)의 기단측에 연결되어 있다.

<150> 제2 손가락부(74)는, 인간의 집게손가락, 중지손가락, 약지, 새끼손가락에 상당하는 부분으로서, 제2 손가락관절부(74a)를 통해 손바닥부(72)의 선단측에 연결되어 있다.

<151> 또한, 손바닥부(72) 내에는, 제1 손가락부(73)를 구동하기 위한 제1 손가락부용 모터(73b)와, 제2 손가락부(74)를 구동하기 위한 제2 손가락부용 모터(74b)가 내장되어 있다. 또한, 손바닥부(72)에는, 제1 손가락부 각도(α)(제1 손가락부(73)와 손바닥부(72) 사이의 각도)를 검출하는 제1 손가락부 각도 검출수단(83)과, 제2 손가락부 각도(β)(제2 손가락부(74)와 손바닥부(72) 사이의 각도)를 검출하는 제2 손가락부 각도 검출수단(84)이 내장되어 있다(도 6 참조).

<152> 제1 손가락부 각도(α)는, 제1 손가락부(73)와 손바닥부(72)가 이루는 각도로서, 손가락펌 상태에서 손가락접음 상태를 향하여 커진다. 이 제1 손가락부 각도(α)는, 도 5의 (a)에 도시한 손가락펌 상태(파지시 완전히 폄)에서 $\alpha 1$, 도 5의 (b)에 도시한 손가락접음 상태(파지시 완전히 접음)에서 $\alpha 2$이다($\alpha 1 \le \alpha \le \alpha 2$).

<153> 제2 손가락부 각도(β)는, 제2 손가락부(74)와 손바닥부(72)가 이루는 각도로서, 손가락펌 상태에서 손가락접음 상태를 향하여 커진다. 이 제2 손가락부 각도(β)는, 도 5의 (a)에 도시한 손가락펌 상태(파지시 완전히 폄)에서 $\beta 1(=0)$, 도 5의 (b)에 도시한 손가락접음 상태(파지시 완전히 접음)에서 $\beta 2$이다($0 \le \beta \le \beta 2$).

<154> 여기서, 파지부(71)의 개방도에 관한 수치로서, 제1 손가락부 각도(α) 및 제2 손가락부 각도(β)에 대한 파지각도 편차(θ)를 이하와 같이 정의한다.

<155> $\theta=(\alpha 2-\alpha)+(\beta 2-\beta)$

<156> 즉, 파지각도 편차(θ)는, 파지부(71)의 완전 접음 상태에 대한 펌 정도(개방도)을 나타내는 수치로서, 손가락접음 상태(파지시 완전히 접음)에서 최소값 $\theta min=0$이 되고, 손가락펌 상태(파지시 완전히 폄)에서 최대값 $\theta max=\alpha 2+\beta 2$가 된다.

<157> 파지부(71)가 물품을 파지한 상태에서는, 손가락접음 상태가 되는 앞의 상태에서 각 손가락부(73, 74)가 정지하므로, 파지각도 편차(θ)는 양의 값을 취한다. 파지각도 편차(θ)는, 파지되는 물품의 두께가 클수록 그 값이 커진다는 특징을 갖고 있다.

<158> 또한, 본 실시형태의 로봇 제어시스템(A)은, 물품에 의해 파지부(71)에 작용하는 외력을 검출하는 외력 검출수단으로서 6축 힘센서(62)를 채용하고 있다. 이 6축 힘센서(62)는, 외력의 방향도 검출가능하다. 그 때문에, 물품으로부터 파지부(71)에 작용하는 외력 중, X축 방향의 힘(Fx), Y축 방향의 힘(Fy), Z축 방향의 힘(Fz)을 각각 검출가능하다. 따라서, 물품이 무거운 경우에도, 물품의 중력에 의한 Z축 방향의 힘을 제거하고, 사람이 물품을 건네주고자 하거나, 수취하고자 한 것에 의한 외력(본 실시형태에서는 Fx)을 검출하는 것이 가능하다.

<159> (주제어부(200) 및 기억부(300))

<160> 다음에, 도 4의 주제어부(200) 및 기억부(300)에 대해서 도 7을 참조하여 설명한다. 도 7은, 도 4의 주제어부 및 기억부를 도시한 블록도이다.

<161> (기억부)

<162> 도 7에 도시한 바와 같이, 기억부(300)는, 사람데이터 기억부(310), 지도데이터 기억부(320), 물품데이터 기억부(330) 및 발화데이터 기억부(340)를 구비하고 있다.

<163> 사람데이터 기억부(310)는, 태스크 실행영역(EA)인 오피스 내에 있는 사람에 관한 데이터(사람데이터)를 각각의 사람에 관련지어 기억하고 있다.

<164> 사람데이터로서는, 사람식별번호(ID), 이름, 소속, 태그식별번호, 통상 거처, 책상위치, 얼굴화상 등에 관한 데이터가 포함된다.

<165> 지도데이터 기억부(320)는, 태스크 실행영역(EA)의 지형(벽위치, 책상위치 등)에 관한 데이터(지도데이터)를 기억하고 있다.

<166> 물품데이터 기억부(330)는, 로봇(R)으로 운반시키는 물품에 관한 데이터(물품데이터)를 각각의 물품에 관련지어 기억하고 있다.

<167> 물품데이터로서는, 물품식별번호, 물품의 명칭, 크기, 무게 등에 관한 데이터가 포함된다.

<168> 발화데이터 기억부(340)는, 로봇(R)이 발화하기 위한 데이터(발화데이터)를 기억하고 있다.

<169> (주제어부)

<170> 도 7에 도시한 바와 같이, 주제어부(200)는, 행동관리수단(210), 사람특정수단(220), 이동행동 결정수단(230), 수취/이양 행동 결정수단(240) 및 계시수단(250)을 구비하고 있다.

<171> (행동관리수단)

<172> 행동관리수단(210)은, 로봇관리장치(3)로부터 송신된 실행명령신호를 취득하고, 이 실행명령신호에 기초하여 사람특정수단(220), 이동행동 결정수단(230) 및 수취/이양 행동 결정수단(240)을 제어한다.

<173> 또한, 행동관리수단(210)은, 자이로센서(SR1)에 의해 검출된 로봇(R)의 방향 데이터, GPS수신기(SR2)에 의해 검출된 로봇(R)의 위치데이터 등을 로봇관리장치(3)에 출력한다.

<174> 또한, 행동관리수단(210)은, 로봇(R)의 태스크 실행상황을 보고하기 위한 행동보고신호를 로봇관리장치(3)를 향하여 출력한다.

<175> (사람특정수단)

<176> 사람특정수단(220)은, 사람데이터 기억부(310)에 기억된 사람정보와, 대상 검지부(120)에 의해 취득된 태그(T)의 태그식별번호에 기초하여, 대상 검지부에 의해 검지된 사람(검지대상)이 누구인지를 특정한다. 사람데이터 기억부(310)에는, 그 사람의 이름과 그 사람 고유의 태그(T)의 태그식별번호가 관련지어 기억되어 있으므로, 이들 데이터와 실행명령신호를 참조함으로써, 로봇(R) 근방에 있는 사람이 태스크 실행에 관계있는 사람인지의 여부를 판정할 수 있다.

<177> 또, 사람특정수단(220)은, 이동체 추출부(102)에서 추출된 이동체의 위치데이터와 대상 검지부(120)에서 검지된 검지대상의 위치데이터에 기초하여, 카메라(C, C)에서 촬상된 이동체가 누구인지를 특정한다.

<178> (이동행동 결정수단)

<179> 이동행동 결정수단(230)은, 로봇(R)의 자율이동의 내용을 결정하기 위한 것으로, 이동경로 결정수단(231) 및 수취/이양 위치결정수단(232)을 구비하고 있다.

<180> 이동경로 결정수단(231)은, 태스크실행 명령신호와 로봇(R)의 위치데이터와 로봇(R)의 방향데이터와 사람데이터와 지도데이터에 기초하여, 로봇(R)의 이동경로를 결정한다.

<181> 수취/이양 위치결정수단(232)은, 이동체 추출부(102)에 의해 검출된 이동체(사람)의 위치데이터에 기초하여, 로봇(R)의 수취/이양 위치를 결정한다.

<182> 수취/이양 위치결정수단(232)이 수취/이양 위치를 결정하면, 이동경로 결정수단(231)은, 이 수취/이양 위치로 이동하도록 로봇(R)의 이동경로를 결정한다. 이 수취/이양 위치는, 로봇(R)과 사람 사이에서 물품의 수취/이양이 매우 적합하게 행해지는 위치로서, 미리 설정된 거리(a1)(도 12 참조)를 이용하여 결정된다.

<183> (수취/이양 행동 결정수단)

<184> 수취/이양 행동 결정수단(240)은, 물품운반작업에 따르는 파지부(71)의 행동(동작)내용을 결정하기 위한 것으로서, 수취방법 결정수단(241), 수취/이양 높이 결정수단(242), 수취개시 판정수단(243), 수취동작완료 판정수단(244), 파지 성공여부 판정수단(245), 이양 개시 판정수단(246), 이양 완료 판정수단(247), 운반상태 설정수단(248), 습숙도 판정수단(249), 파지위치 인식수단(261), 파지제어수단(262), 파지부 이동수단(263) 및 설치 성공여부 판정수단(264)을 구비하고 있다.

<185> 수취방법 결정수단(241)은, 실행명령신호와 물품데이터 기억부(330)에 기억된 물품데이터에 기초하여 수취방법을 결정한다.

<186> 본 실시형태의 로봇(R)이 선택가능한 수취방법으로서는, 한쪽 손 수취 및 양손 수취의 2종류가 있다.

<187> 한쪽 손 수취는, 로봇(R)의 한쪽의 파지부(71R)(또는 71L)가 물품을 수취하는 수취방법이다. 양손 수취는, 로봇(R)의 양쪽의 파지부(71R, 71L)가 물품을 수취하는 수취방법이다. 수취방법 결정수단(241)은, 물품데이터의 크기나 무게에 기초하여 이들 2종류 중 하나를 선택한다. 예를 들면, A4사이즈의 서류 등 양손 수취가능한 크기의 물품을 수취하는 경우에는 양손 수취로 하고, 양손 수취 불가능한 크기인 작은 사이즈의 물품을 수취하는 경우에는 한쪽 손 수취로 하는 것이 고려될 수 있다.

<188> (수취/이양 높이 결정수단)

<189> 수취/이양 높이 결정수단(242)은, 수취/이양 동작의 대상이 사람인 경우, 이동체 추출부(102)에 의해 산출된 사람의 신장에 기초하여, 파지부(71)의 내밈 높이(a3)(도 15 참조)를 결정한다. 이 내밈 높이는, 로봇(R)과 사람 사이에서 물품의 수취/이양이 매우 적합하게 행해지는 높이로서, 산출된 신장에 기초하여 미리 설정된 3단계의 높이 중 어느 하나를 선택한다.

<190> 그리고, 수취/이양 높이 결정수단(242)은, 자율이동 제어부(150)를 통해 파지부(71)를 높이(a3)로 내밀게 함과 동시에, 사람으로부터 파지부(71)까지의 거리가 거리(a2)가 되고, 또 이동체 추출부(102)에서 산출한 사람의 중심(중심 연직선)에 맞추도록 파지부(71)를 내밀게 한다(도 14, 도 15 참조).

<191> (수취개시 판정수단)

<192> 수취개시 판정수단(243)은, 사람이 물품을 로봇(R)의 수취가능한 위치로 내밀고, 로봇(R)이 수취동작을 개시가능한지의 여부를 판정하여, 수취동작을 개시가능하다고 판정한 경우에 파지부(71)에 수취동작을 개시시킨다.

<193> 수취개시 판정수단(243)은, 파지부(71)가 물품을 파지하지 않은 상태, 상세하게는 후기하는 수취대기상태에 있어서, 6축 힘센서(62)가 검출하는 X축 방향의 힘(Fx)이 소정값(Fx1)(제1 소정값) 이상인 경우에 수취동작을 개시가능하다고 판정하고, 파지부 제어부(160)를 통해 파지부(71)를 구동하여, 손가락을 접는 동작을 행하게 한다.

<194> 이는, 로봇(R)에 물품을 건네주고자 하는 사람이 물품을 손바닥부(72)에 눌러대는 것을 이용한 제어이다.

<195> (수취동작완료 판정수단)

<196> 수취동작완료 판정수단(244)은, 파지부(71)가 물품의 수취 중인 상태에서 수취동작이 완료되었는지의 여부를 판정한다.

<197> 이 수취동작완료 판정수단(244)은, 6축 힘센서(62)가 검출하는 X축 방향의 힘(Fx)이 소정값(Fx2)(제2 소정값; $Fx2 \leq Fx1$) 이하가 된 경우에 수취동작이 완료되었다고 판정한다.

<198> 이는, 로봇(R)에 물품을 건네주고자 하는 사람이 로봇(R)이 물품을 수취하였다고 판정하여 손을 떼었을 때, 물품이 손바닥부(72)에 눌려지는 힘이 감소하는 것을 이용한 제어이다.

<199> 또한, 수취동작완료 판정수단(244)은, 수취대기상태에서 파지부(71)의 개방도가 소정값 이하로 된 경우, 즉 파지각도 편차(θ)가 소정값(θ1)(제3 소정값) 이하로 된 경우(예를 들면, θ=0)에 수취동작이 완료되었다고 판정한다.

<200> 수취동작완료 판정수단(244)은, 수취동작이 완료되었다고 판정한 경우에, 파지부 제어부(160)를 통해 파지부(71)를 구동하고, 손가락접음 방향으로 토크를 발생시켜, 물품을 파지시킨다.

<201> (파지 성공여부 판정수단)

<202> 파지 성공여부 판정수단(245)은, 물품의 파지가 성공했는지의 여부를 판정한다.

<203> 본 실시형태에 있어서, 파지 성공여부 판정수단(245)은, 양손 수취를 행한 경우에 있어서, 팔부 제어부(152)를 통해 파지부(71R, 71L)를 근접 또는 이격시킨다. 그리고, 6축 힘센서(62)가 검출하는 물품으로부터의 반력(Fy)에 기초하여, 파지부(71R, 71L)의 양쪽이 물품을 파지하고 있는지의 여부를 판정한다.

<204> 이 파지 성공여부 판정수단(245)은, 물품으로부터의 반력(Fy)이 소정값 이상인 경우에 파지성공이라고 판정한다.

<205> (이양 개시 판정수단)

<206> 이양 개시 판정수단(246)은, 로봇(R)이 물품을 사람이 수취가능한 위치에 내민 상태에서 사람이 물품을 수취하고자 하는지의 여부를 판정하여, 사람이 물품을 수취하고자 한다고 판정한 경우에 파지부(71)에 이양 동작을 개시시킨다.

<207> 이양 개시 판정수단(246)은, 후기하는 이양 대기상태에서, 6축 힘센서(62)가 검출하는 X축 방향의 힘(Fx)이 소정값(Fx3) 이상인 경우에 이양 동작을 개시가능하다고 판정하고, 파지부 제어부(160)를 통해 파지부(71)를 구동하여, 손가락을 펴는 동작을 행하게 한다.

<208> 이는, 로봇(R)으로부터 물품을 수취하고자 하는 사람이 물품을 잡아당기는 것을 이용한 제어이다.

<209> 또한, 이양 개시 판정수단(246)은, 이양 대기상태에서, 파지부(71)의 개방도가 소정값 이하로 된 경우, 즉 파지각도 편차(θ)가 소정값(θ2) 이하로 된 경우(예를 들면, θ=0)에 이양 동작을 개시가능하다고 판정한다.

<210> 이는, 로봇(R)으로부터 물품을 수취하고자 하는 사람이 물품을 잡아당김으로써, 물품이 파지부(71)로부터 제거되고, 파지부(71)가 파지 토크에 의해 닫혀 버리는 것을 이용한 제어이다.

<211> (이양 완료 판정수단)

<212> 이양 완료 판정수단(247)은, 후기하는 이양 중 상태에서, 6축 힘센서(62)에 의해 검출되는 X축 방향의 힘(Fx)이 소정값(Fx4)(Fx4≤Fx3) 이하로 된 경우에 이양 동작이 완료되었다고 판정한다.

<213> 이는, 사람이 물품을 완전히 수취함으로써, 물품에 의해 파지부(71)에 생기는 외력(Fx)이 작아지는 것을 이용한 제어이다.

<214> (운반상태 설정수단)

<215> 운반상태 설정수단(248)은, 파지부(71)의 상태를 검출하고, 설정·갱신한다.

<216> 파지부(71)의 상태로서는, 이하의 것이 있다.

<217> 1: 자유상태…물품운반 태스크가 의뢰되어 있지 않은 상태

<218> 2: 수취대기…파지부를 내밀고, 사람이 물품을 건네주는 것을 기다리고 있는 상태

<219> 3: 수취중…사람이 물품을 건네주고, 물품의 수취를 행하고 있는 상태

<220> 4: 수취동작완료…사람이 물품으로부터 손을 떼고, 물품이 로봇 측으로 건네진(것이라고 생각되는) 상태

<221> 5: 파지 성공여부 판정…로봇이 물품 파지의 성공여부를 판정하는 상태

<222> 6: 수취실패…로봇이 물품의 수취에 실패한 상태

<223> 7: 파지완료…로봇이 물품의 수취에 성공하고, 물품을 파지한 상태

<224> 8: 이양 대기…파지부를 내밀고, 사람이 물품을 수취하는 것을 기다리고 있는 상태

<225> 9: 이양 중…사람이 물품을 수취하고, 물품의 이양을 행하고 있는 상태

<226> 10: 이양 완료…사람이 완전히 물품을 수취하여, 물품이 사람 측으로 건네진 상태

<227> 11: 에러…반송 중에 물품을 떨어뜨린 상태 등

<228> (습숙도 판정수단)

<229> 습숙도 판정수단(249)은, 수취/이양 동작에 관한 사람의 습숙도를 판정한다.

<230> 습숙도 판정수단(249)은, 주제어부(200) 내에 마련된 시계인 계시부(250)를 이용하여, 수취대기상태에서 수취중 상태로 이행하는 데에 필요로 하는 시간이나, 이양 대기상태에서 이양 중 상태로 이행하는 데에 필요로 하는 시간을 측정한다. 그리고, 측정된 시간의 길이에 기초하여 사람의 습숙도를 판정한다. 여기서는, 측정시간이 짧은 쪽부터 순서대로 높은 습숙도·중간 습숙도·낮은 습숙도라고 판정한다.

<231> (파지위치 인식수단)

<232> 파지위치 인식수단(261)은, 화상인식을 주로 한 파지동작을 가능하게 하기 위해서, 파지의 대상인 물품의 화상으로부터 물품의 파지에 적합한 부분을 인식한다.

<233> (파지제어수단)

<234> 파지제어수단(262)은, 파지부(71)를 운반용기의 소정의 파지위치(소정 위치)로 구동하고, 소정 위치를 파지하는 제어를 행한다.

<235> (파지부 이동수단)

<236> 파지부 이동수단(263)은, 파지한 물품 또는 운반용기를 설치장소의 높이부터 구한 목표위치까지 이동시킨다.

<237> (설치 성공여부 판정수단)

<238> 설치 성공여부 판정수단(264)은, 물품 또는 운반용기의 설치가 완료되기 전에, 파지부가 소정의 높이까지 내려갔는지의 여부를 판정한다. 파지부가 소정의 높이까지 내려간 경우, 설치에 실패했다고 판정한다.

<239> 파지부 제어부(160)는, 이 습숙도에 기초하여 손가락접음·손가락폄 동작의 스피드를 설정한다. 즉, 로봇(R)이 습숙도가 낮다고 판정된 사람에 대해서 수취/이양 동작을 행하는 경우에는, 파지부(71)에 손가락접음·손가락폄 동작을 늦게 행하게 하여, 사람에게 불안감을 주지 않도록 한다.

<240> 또한, 로봇(R)이 습숙도가 높다고 판정된 사람에 대해서 수취/이양 동작을 행하는 경우에는, 수취/이양 행동 결정수단(240)은, 파지부(71)에 손가락접음·손가락폄 동작을 빠르게 행하게 하여, 사람에게 번거로움을 느끼지 않도록 한다.

<241> 또한, 수취/이양 행동 결정수단(240)은, 이 습숙도에 기초하여 발화행동을 결정하고, 발화데이터에 기초하여 스피커(S)에 발화를 행하게 한다.

<242> (로봇의 동작예)

<243> 다음에, 본 발명의 바람직한 실시형태에 의한 로봇(R)의 물품운반동작에 대해서 설명한다. 여기서는, 로봇(R)이 「취득원으로부터 물품을 수용한 소정 사양의 운반용기를 취득하고, 송달처로 운반용기를 보낸다」는 태스크에 관한 실행명령신호를 받은 경우를 예로 들어 설명한다.

<244> 본 발명에 의하면, 물품은 트레이 등의 운반용기에 놓아두거나 또는 수용하여 운반한다. 도 8은 본 발명에 의해 물품의 운반에 사용하는 운반용기의 일례를 도시한 도면으로서, 도 8의 (a)는 운반용기(M)를 상면에서 본 도면이고, (b)는 (a)에 나타낸 용기(M)를 화살표(SP)의 방향에서 본 도면이며, (c)는 용기(M)를 배면에서 본 도면이다. 도 8에서, 용기(M)는, 물품 또는 물품의 용기를 놓아두거나 또는 수용하는 오목부(M1)를 구비함으로써, 운반 중에 물품이 운반용기(M) 상에서 흔들리거나 미끄러지거나 하지 않도록 배려되어 있다. 또한, 운반용기(M)는, 소정의 위치(또는 파지부분)(M3)를 로봇(R)이 들기 쉽도록, 로봇(R)의 파지부에 의한 파지에 적합한 형상을 가지는 것이 바람직하다. 예를 들면, 도 8의 예에서는, (a)에 도시한 바와 같이, 운반용기(M)의 표면은 엄지손가락에 상당하는 제1 손가락부(73)가 미끄러지지 않도록 가공되고, (c)에 도시한 바와 같이, 배면에는 제2 손가락부(74)가 걸리기 쉬운 볼록형상을 가진다.

<245> 또한, 로봇(R)이 화상 인식하기 쉽도록 운반용기(M)의 표면에는 소정의 화상 인식용 패턴(M2)이 마련되어 있다. 도 8의 예에서는, 소정의 패턴(M2)으로서 당사의 로봇명인 「ASIMO」라는 로고를 부착하고 있는데, 패턴(M2)은 이에 한정되지 않고, 운반용기(M)의 바탕색과 다른 색이면 임의의 색의 임의의 마크 또는 패턴이면,무엇이어도 된다. 운반용기(M)의 색은, 운반용기(M)의 인식을 위해서는, 운반용기(M)가 놓여지는 놓임장소(B1, C1~C3)의 표

면의 색과는 다른 것이 바람직하고, 또 파지동작을 위해서는, 파지부(71)의 색과도 다른 것이 바람직하다.

<246> 또, 운반용기(M)의 파지부분의 높이(h)는, 파지부(71)의 제2 손가락부(74)의 두께보다 높은 것이 바람직하다. 도 9에, 로봇(R)이 운반용기(M)를 파지한 상태의 일례를 나타낸다.

<247> 이하의 설명에서는, 운반용기(M)로서 마실 것을 운반하는 트레이를 예로 들어 설명하므로, 운반용기(M) 대신에 트레이(M)라고도 한다.

<248> 이후, 운반용기(M)의 취득원으로 이동하는 취득위치 이동동작, 취득원으로부터 운반용기(M)를 취득하는 취득동작, 취득한 운반용기(M)를 파지하여 송달처까지 운반하는 운반동작 및 운반용기(M)를 송달처의 물품 놓임장소로 놓아두는 설치동작을 순서대로 설명한다.

<249> (취득위치 이동동작)

<250> 도 10은, 본 발명의 실시형태에 관한 로봇 제어시스템에 의한 물품운반작업을 도시한 흐름도로서, 취득원이 사람인 경우의 취득위치로의 이동을 도시한 흐름도이다.

<251> 우선, 로봇(R)은, 태스크 실행영역(EA)에 설정된 홈 포지션에서 대기하고 있다(단계 S1).

<252> 로봇(R)이 로봇관리장치(3)로부터 송신된 실행명령신호를 수신하면(단계 S2에서 "예"), 로봇(R)은 홈 포지션으로부터 사람(H1)의 통상 거처(이하, 「통상 거처(P1)」라고 기재함.)까지의 이동을 개시한다(단계 S3). 그리고, 사람(H1)의 통상 거처에 도착하면(단계 S4에서 "예"), 로봇(R)은 이동을 중지하고, 사람(H1)의 탐색을 개시한다(단계 S5).

<253> 대상 검지부(120)에서 사람(H1)의 태그식별번호를 검지하면(단계 S6에서 "예"), 로봇(R)은 카메라(C, C)에서 사람(H1)의 화상을 취득하고(단계 S7에서 "예"), 도 12에 도시한 바와 같이 사람(H1)의 정면으로 이동한다(단계 S8). 도 12에는, 로봇(R)이 수취/이양 위치 결정수단(232)에서 결정한 수취위치로 이동한 상태가 나타나 있다.

<254> 또, 대상 검지부(120)가 소정 시간 내에 사람(H1)의 태그식별번호를 검지하지 못한 경우에는(단계 S9에서 "예"), 로봇(R)은 행동관리수단(210)에서 태스크실행이 불가능하다는 취지를 전하는 행동보고신호를 생성하여, 로봇관리장치(3)에 출력함과 동시에, 홈 포지션으로 이동한다(단계 S10).

<255> 또한, 도 11은, 취득원이 장소인 경우의 취득위치로의 이동을 도시한 흐름도이다. 도 11의 흐름도는, 도 10의 점선블록이 단계 11 및 12에서 옮겨지는 점을 제외하면, 도 10의 흐름도와 같으므로, 차이점만을 설명한다. 도 11에서, 단계 S4에 이어서 단계 S11에서, 목적장소(예를 들면, 도 1의 C1 등)의 화상을 얻고, 판정단계 S12에서 트레이가 있는지의 여부를 판정한다. 트레이가 있는 경우("예"의 경우) 단계 S8로 진행하고, 없으면 단계 S10으로 진행한다.

<256> (취득동작)

<257> 다음에, 로봇(R)의 수취동작에 대해서 설명한다. 물품의 취득원으로서는, 테이블 등의 물품 놓임장소(예를 들면, 도 1의 B1)이어도 되고, 사람이어도 된다. 도 13은 본 발명의 실시형태에 관한 로봇 제어시스템에 의한 물품운반작업을 도시한 흐름도로서, 취득원이 사람인 경우의 수취동작을 도시한 흐름도이다.

<258> 취득위치로 이동한 로봇(R)은, 도 14 및 도 15에 도시한 바와 같이, 수취/이양 높이 결정수단(242)에서 결정한 수취높이로 손가락폄 상태의 파지부(71)(71R, 71L)를 내민다(단계 S21).

<259> 도 14 및 도 15에 도시한 바와 같이, 로봇(R)은, 수취/이양 높이 결정수단(242)에서 결정한 높이(a3)로 파지부(71R, 71L)를 내밈과 동시에, 사람(H1)으로부터 파지부(71R, 71L)까지의 거리가 거리(a2)로 되도록 파지부(71R, 71L)를 내민다. 또, 로봇(R)은, 파지부(71R, 71L)의 내밈방향을 이동체 추출부(102)에서 산출한 사람(H1)의 중심(중심 연직선)에 맞춘다.

<260> 파지부(71R, 71L)의 내밈이 완료되면, 운반상태 설정수단(248)이 운반상태를 「수취대기」라고 설정함과 동시에, 로봇(R)이 예를 들면 「트레이(M)를 건네 주세요」라고 발화하는 등에 의해, 운반용기(M)를 건네주도록 재촉한다(단계 S22).

<261> 그리고, 단계 S23에서 운반용기(M)의 위치를 확인하고, 단계 S24에서 운반용기(M)의 위치의 변화가 소정의 값에 만족하는지의 여부를 판정한다. 이 판정에 의해, 사람이 트레이(M)를 내미는 도중인지, 어느 위치로 내밀어 거의 정지한 상태인지를 판정한다. 단계 S24에서, 위치의 변화가 소정값보다 큰 경우("아니오"의 경우), 내밈 중이라고 판정하고, 단계 S23으로 되돌아간다. 위치의 변화가 소정값에 만족하지 않는 경우("예"의 경우), 사람이

내밈동작이 거의 완료된 것으로 판단하고, 단계 S25로 진행한다.

<262> 파지위치 인식수단(261)은 트레이(M)의 파지부분(M3)을 화상 인식하고(단계 S25), 파지제어수단(262)은 파지부(71)를 트레이(M)의 파지부분(M3)으로 이동하며, 단계 S26에서, 6축 힘센서(62R, 62L)의 검출값(Fx) 또는 (Fy)이 소정의 값(Fx1) 또는 (Fy1)보다 큰지의 여부를 판정한다. 크지 않으면("아니오"의 경우), 파지부(71)가 트레이(M)의 파지부분(M3)에 접촉되어 있지 않다고 판정하고, 단계 S25로 되돌아간다. 판정단계 S26에서 "예"의 경우, 파지부(71)가 트레이(M)의 파지부분(M3)에 접촉되어 있다고 판정하고, 단계 S27로 진행하며, 운반상태 설정수단(248)이 운반상태를 「수취중」이라고 설정함과 동시에, 로봇(R)이 파지부(71R, 71L)를 닫기 시작한다. 도 16에는, 로봇(R)이 트레이(M)의 수취를 개시한 상태가 나타나 있다.

<263> 그리고, 수취중 상태에서, 로봇(R)이 6축 힘센서(62R, 62L)에서 검출하는 힘(Fx)이 Fx2이하로 되거나, 또는 파지각도 편차(θ)가 θ1이하로 되면(단계 S28에 서 "예"), 운반상태 설정수단(248)이 운반상태를 「수취동작완료」라고 설정함(단계 S29)과 동시에, 도 17에 도시한 바와 같이, 파지부(71R, 71L)가 트레이(M)를 파지한다.

<264> 다음에, 파지 성공여부 판정수단(245)이 파지부(71R, 71L)의 개방도를 판정한다(단계 S30).

<265> 파지부(71R, 71L)의 양쪽의 개방도, 즉 파지각도 편차(θ)가 소정값(θ3)(제4 소정값) 이상(조건 D1)인 경우에는, 트레이(M)가 두껍고, 파지부(71R, 71L)의 양쪽이 트레이(M)를 파지한 것으로 판정하며, 운반상태 설정수단(248)이 운반상태를 「파지완료」라고 설정한다(단계 S31).

<266> 파지부(71R, 71L) 중 적어도 하나의 파지각도 편차(θ)가 소정값(θ3) 미만(조건 D2)인 경우에는, 운반상태 설정수단(248)이 운반상태를 「파지 성공여부 판정」이라고 설정함과 동시에(단계 S32), 파지 성공여부 판정수단(245)이 파지의 성공여부를 판정한다(단계 S33).

<267> 상세하게는, 로봇(R)은, 파지부(71R, 71L)를 근접 또는 이격시키고, 6축 힘센서(62R, 62L)에서 트레이(M)로부터 작용하는 반력(Fy)을 검출한다. 파지 성공여부 판정수단(245)은, 반력(Fy)이 소정값(Fy1) 이상인 경우(조건 D3)에 파지성공이라고 판정하고, 운반상태 설정수단(248)이 운반상태를 「수취동작완료」라고 설정함과 동시에, 파지부(71R, 71L)가 트레이(M)를 파지한다.

<268> 또한, 파지 성공여부 판정수단(245)은, 반력(Fy)이 소정값(Fy1) 미만인 경우(조건 D4)에 파지 실패라고 판정하고, 운반상태 설정수단(248)이 운반상태를 「수취실패」라고 설정한다.

<269> 여기서, 도 18을 참조하여 파지 성공여부 판정에 대해서 설명한다.

<270> 도 18의 (a)에 도시한 바와 같이, 파지부(71R, 71L)의 양쪽이 트레이(M)를 파지하고 있는 경우에는, 파지부(71R, 71L)를 근접시키면 트레이(M)에 의한 반력(Fy)(소정값(Fy1) 이상)이 생긴다(조건 D3).

<271> 도 18의 (b)에 도시한 바와 같이, 파지부(71R, 71L)의 하나(여기서는 파지부(71R))만이 트레이(M)를 파지하고 있는 경우에는, 파지부(71R, 71L)를 근접시켜도 트레이(M)에 의한 반력(Fy)은 극히 작은 값(소정값(Fy2) 이상이고, 소정값(Fy1)보다도 작음. $Fy2 \le Fy < Fy1$)이 된다(조건 D5).

<272> 도 18의 (c)에 도시한 바와 같이, 파지부(71R, 71L)의 양쪽이 트레이(M)를 파지하고 있지 않은 경우에는, 파지부(71R, 71L)를 근접시켜도 트레이(M)에 의한 반력(Fy)은 생기지 않는다($Fy=0$).

<273> 따라서, 반력(Fy)이 소정값(Fy1) 이상인 경우에, 파지 성공여부 판정수단(245)이 파지성공이라고 판정함으로써, 로봇(R)이 양손(파지부(71R, 71L))으로 물품을 파지하고 있는지의 여부를 판정할 수 있다.

<274> 지금까지 취득원이 사람인 경우의 취득동작을 설명하였지만, 도 13의 흐름도의 점선부분(단계 S22~S24)을 생략함으로써, 도 13의 수취 흐름도를 취득원이 책상, 카운터, 테이블 등의 장소의 경우에도 응용하는 것이 가능하다. 이 경우는, 단계 S21에서, 로봇(R)은, 파지부(71)를 취득원의 물품 놓임장소보다 높게 내밀 필요가 있다.

<275> 이와 같이, 본 발명에 의하면, 취득원이 사람 또는 장소이어도, 사람의 도움을 필요로 하지 않고 트레이(M)를 취득할 수 있다.

<276> (재수취 준비)

<277> 다음에, 로봇(R)의 재수취 준비에 대해서 설명한다. 도 19는, 본 발명의 실시형태에 관한 로봇 제어시스템에 의한 물품운반작업을 도시한 흐름도로서, 물품의 재수취 준비를 도시한 흐름도이다.

<278> 파지 성공여부 판정수단(245)이 파지실패라고 판정하면(도 13의 단계 S33에서 조건 D4), 운반상태 설정수단(248)이 파지부 상태를 「수취실패」라고 설정하여 재수취 상태로 되고(단계 S41), 파지 성공여부 판정수단

(245)이 파지부(71R, 71L)의 상태를 판정한다(단계 S42). 파지 성공여부 판정동작에서, 6축 힘센서(62R, 62L) 중 적어도 하나가 소정값(Fy2) 이상의 외력(Fy)을 검출하고 있는 경우에는(단계 S42에서 조건 D5), 운반상태 설정수단(248)이 운반상태를 「이양 상태」라고 설정하고, 로봇(R)이 「트레이(M)를 수취하여 다시 건네 주세요」라고 발화한다(단계 S43).

<279> 그리고, 로봇(R)이 6축 힘센서(62R, 62L) 중 트레이(M)를 파지하고 있는 쪽에서 소정값(Fx5) 이상의 외력(Fx)을 검출하면(단계 S44에서 "예"), 운반상태 설정수단(248)이 운반상태를 「이양 중」이라고 설정함과 동시에, 파지부(71R, 71L)가 개방된다(단계 S45). 그 후, 단계 S22로 이행하고, 수취동작을 재실행한다.

<280> 단계 S42에서, 파지 성공여부 판정동작에서, 파지부(71R, 71L)의 파지부 각도 편차(Θ)가 소정값(Θ4) 이하인 경우(예를 들면, Θ=0)에는(조건 D6), 로봇(R)이 「트레이(M)를 다시 건네주세요」라고 발화하고, 파지부(71R, 71L)가 개방된다(단계 S45). 그 후, 도 13의 단계 S22로 이행하고, 수취동작을 재실행한다.

<281> (운반동작)

<282> 다음에, 로봇(R)의 물품운반이동에 대해서 설명한다. 도 20은, 본 발명의 실시형태에 관한 로봇 제어시스템에 의한 물품운반작업을 도시한 흐름도로서, 송달처가 사람인 경우의 운반이동을 도시한 흐름도이다.

<283> 단계 S28(도 13)에서, 물품파지완료가 되면, 로봇(R)은 파지부(71R, 71L)를 카메라(C, C)에 의한 촬상영역에서 벗어난 위치(사각(死角))로 이동시킨다(단계 S61). 이는, 파지된 트레이(M)가 카메라(C, C)의 시야를 막는 것을 방지하기 위해서이다.

<284> 로봇(R)은, 이동/파지부 진동억제 제어단계에서, 수취위치로부터 사람(H2)의 통상 거처(이하, 「통상 거처(P2)」라고 기재함)까지의 운반을 개시한다(단계 S62). 그리고, 사람(H2)의 통상 거처(P2)에 도착할 때까지(단계 S63에서 "아니오"인 한) 운반을 계속한다.

<285> 본 발명에 의하면, 로봇(R)은, 물품 또는 트레이(M)를 파지한 상태에서 이동하는 경우(즉, 물품운반 중), 파지부의 진동을 억제하기 위해서 진동억제 제어를 행한다. 이 때문에, 적절한 타이밍(예를 들면, 도 13의 단계 S21 등)에서, 물품을 파지하지 않은 상태에서 팔부(R3)를 파지하여 운반할 때와 같은 자세로 하여, 6축 힘센서(62R, 62L)의 검출값(Fx0, Fy0, Fz0, Mx0, My0, Mz0)(이들을 임시로 「캘리브레이션값」이라 칭함)을 기억한다. 또, 예를 들면 파지가 완료된 단계 S31에서, 물품 또는 물품을 놓아둔 트레이(M)를 파지하여 정지하고 있는 상태에서, 6축 힘센서(62R, 62L)의 검출값(Fx1, Fy1, Fz1, Mx1, My1, Mz1)(이들을 임시로 「물품가중치」라고 칭함)을 기억한다.

<286> 도 22는, 본 발명의 일실시형태에 의해 파지부(71)의 진동억제 제어기능을 구비한 도 4의 팔부 제어부(152)의 구성예를 도시한 대략 블록도이다. 로봇(R)은, 좌우의 팔부에 대해 같은 구조의 팔부 제어부(152R, 152L)를 가지지만, 각 팔부 제어부를 간단히 팔부 제어부(152)라고 칭한다. 일반적으로, 로봇(R)의 좌우의 각 팔부(R3)는, 어깨관절(SJ)에 3개, 팔꿈치관절(HJ)에 1개 및 손목관절(RJ)에 3개의 합계 7개의 도시하지 않은 액추에이터, 즉 어깨관절 모터(SJM1~SJM3), 팔꿈치관절 모터(HJM) 및 손목관절 모터(RJM1~RJM3)를 구비한다. 도 22에서, 팔부 제어부(152)는, 그것이 제어하는 팔부(R3)를 구성하는 7개의 도시하지 않은 모터(SJM1~SJM3, HJM 및 RJM1~RJM3)에 대해 각각 마련된 제어/구동부(401~407)와, 6축 힘센서(62)에서 검출된 6개의 검출값(Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz)의 각각을 통과시키는 로우패스필터(1/(A·s+1))(408)(A는, 임의의 시정수임)와, 6개의 로우패스필터(408)의 출력에 당업자에게는 주지의 야코비안 행렬을 작용시켜 7개의 모터 제어/구동부(401~407)에 대한 신호를 얻는 분배부(409)를 구비한다. 각 모터 제어/구동부(40i(i=1~7))는, 대응하는 모터에 대한 힘의 목표값(TVfi(i=1~7))과 위치의 목표값(TVpi(i=1~7))에 기초하여 컴플라이언스 제어를 행하는 컴플라이언스 제어부(도시생략)와, 컴플라이언스 제어의 출력과 분배부(409)로부터의 대응하는 신호를 이용하여 대응하는 모터의 속도제어 및 구동을 행하는 속도제어루프(도시생략)를 구비한다. 로우패스필터(408)는, 모터 제어/구동부(401~407)의 도시하지 않은 속도제어루프가 반응할 수 있는 성분만을 통과시키도록 구성하는 것이 바람직하다.

<287> 또, 본 발명에 의하면, 팔부 제어부(152)는, 물품운반 중에 파지부(71)의 진동억제 제어를 행하기 위한 파지부 진동억제 제어부(410)를 구비한다. 파지부 진동억제 제어부(410)는, 상기 기억한 캐리브레이션값(Fx0, Fy0, Fz0, Mx0, My0, Mz0) 및 물품가중치(Fx1, Fy1, Fz1, Mx1, My1, Mz1), 또 운반 중에 시시각각 6축 힘센서(62R, 62L)로부터 검출되는 값(Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz)으로부터, 파지부(71)에 가해지는 6개의 가속도 성분

<288> Fx-(Fx1-Fx0)

<289> Fy-(Fy1-Fy0)

<290> Fz-(Fz1-Fz0)

<291> Mx-(Mx1-Mx0)

<292> My-(My1-My0)

<293> Mz-(Mz1-Mz0)

<294> 을 산출한다. 파지부 진동억제 제어부(410)는, 각 가속도 성분을 상기 모터 제어/구동부(401~407)의 도시하지 않은 속도제어루프가 반응할 수 있는 성분만을 통과시키는 로우패스필터(1/(A·s+1))(420)(A는, 임의의 시정수임), 이 6개의 로우패스필터 출력에 야코비안 행렬을 작용시켜 7개의 모터 제어/구동부(401~407)에 대한 신호를 얻는 분배부(430) 및 분배부(430)의 출력신호를 적절한 크기로 증폭하는 증폭기(440)를 구비한다. 증폭기(440)의 출력은, 대응하는 모터 제어/구동부(40i(i=1~7))의 도시하지 않은 속도제어루프에 가해진다. 참고로, 도 27에 각 모터 제어/구동부(40i)의 구성예를 개념적으로 나타낸다. 도 27에서, 모터 제어/구동부(40i(i=1~7))는, 상기 힘의 목표값(TVfi)과 위치의 목표값(TVpi)의 합으로부터 분배부(409)의 대응하는 출력을 감산하는 가감산기(444), 가감산기(444)의 출력으로부터 후단으로부터의 귀환량(Fb1)을 빼는 감산기(446), 감산기(446)의 출력을 증폭하는 증폭기(448), 파지부 진동억제 제어부(410)의 증폭기(440)의 출력과 전단(前段)의 증폭기(448)의 출력의 합으로부터 후단으로부터의 귀환량(Fb2)을 빼는 가감산기(450), 가감산기(450)의 출력을 증폭하는 증폭기(452), 증폭기(452)의 출력을 적분한 출력값(Fb2)을 부여하는 적분요소(454) 및 적분요소(454)의 출력을 적분한 출력값(Fb1)을 부여하는 적분요소(456)로 이루어진다.

<295> 도 22에서, 상기 가속도 성분의 산출을 행하는 부분과 로우패스필터(420)로 이루어진 블록(415)이 청구항의 추출수단에 상당한다. 분배부(430), 연산 증폭기(440) 및 각 모터 제어/구동부(40i)의 가감산기(450)가 청구항의 인가수단을 구성한다.

<296> 상기 분배부(409) 및 (430)에서는, 야코비안 행렬을 사용하였지만, 이에 한정되지 않고, 임의의 적절한 연산방식을 사용해도 된다.

<297> 도 26은, 본 발명에 의한 진동억제 제어의 효과의 일례를 도시한 그래프이다. 도 26에서, (a)는 파지부(71)에 가해지는 Y축 둘레의 각속도의 시간변화를 나타내고, (b)는 파지부(71)에 가해지는 Z축 방향 가속도의 시간변화를 나타낸다. (a) 및 (b)에서, 가는 선이 진동억제 제어를 행하지 않은 경우의 그래프이고, 굵은 선이 진동억제 제어를 행한 경우의 그래프이다. 진동억제 제어를 행한 경우, 피크 시에서 40%의 진동억제효과가 있었다.

<298> 이와 같이 하여, 본 발명에 의하면, 물품운반 중에 파지부(71)의 진동억제 제어를 행함으로써, 파지부(71), 즉 운반 중의 물품의 진동을 억제하고, 안정(安靜)하게 운반하는 것이 가능하게 된다.

<299> 도 20으로 되돌아가서, 로봇(R)은 사람(H2)의 통상 거처(P2)에 도착하면(단계 S63에서 "예"의 경우) 이동을 중지하고, 사람(H2)의 탐색을 개시한다(단계 S64).

<300> 대상 검지부(120)에서 사람(H2)의 태그식별번호를 검지하면(단계 S65에서 "예"), 로봇(R)은 카메라(C, C)에서 사람(H2)의 화상을 취득하고(단계 S66에서 "예"), 사람(H2)의 정면으로 이동한다(단계 S67). 단계 S67에서도, 상기 진동억제 제어를 행하는 것이 바람직하다. 이후, 트레이(M)를 사람(H2)에게 건네주고(단계 S69), 대기상태(도 10의 단계 S1)로 되돌아간다. 또, 단계 S69의 사람에게의 이양은, 일본특허출원 2004-361467호에 상세하게 설명한 방법으로 가능하기 때문에, 여기서는 생략한다.

<301> 대상 검지부(120)가 소정 시간에 사람(H2)의 태그식별번호를 검지하지 못한 경우(단계 S68에서 "예"), 제어는 도 25의 단계 S101로 간다. 도 25의 설명은 후술한다.

<302> 이상은 송달처가 사람인 경우의 운반동작인데, 도 21에 의해, 송달처가 장소인 경우의 운반동작을 설명한다. 도 21의 흐름도는 도 20과 공통점이 많으므로, 차이점만을 설명한다. 도 21에서, 판정단계 S63에서 목적지에 도착했다고 판정한 경우("예"의 경우), 단계 S74에서, 목적장소의 화상을 받아들이고, 단계 S76에서, 물품 또는 운반용기(M)의 놓임장소를 결정한 후, 상기 로봇 위치맞춤/파지부 진동억제 제어단계 S67을 실행하여, 도 23 또는 24(설치동작 흐름도)의 단계 S120으로 진행한다.

<303> (설치동작)

<304> 사람에 대한 이양 동작은 일본특허출원 2004-361467호에 상세하게 설명되어 있으므로, 여기서는, 설치장소의 높이가 로봇(R)의 파지부(71)의 가동범위의 하한보다 높은 경우의 설치동작을 설명한다. 다시 말하면, 로봇(R)의 팔부(R3)의 움직임만으로 설치할 수 있는 경우의 설치동작을 설명한다. 도 23은, 본 발명의 실시형태에 관한 로

봇 제어시스템에 의한 물품운반작업을 도시한 흐름도로서, 송달처가 장소인 경우의 설치동작의 일례를 도시한 흐름도이다.

<305> 도 23에서, 우선, 설치장소에 놓아둘 수 있는 위치까지 이동하고(단계 S120), 단계 S121에서, 수취/이양 높이 결정수단(242)은 설치장소(예를 들면, 지정된 테이블)의 높이(Hs)에 기초하여 목표위치(Ht)를 설정한다. 예를 들면, Ht=Hs+W1(W1>트레이의 높이)와 같이 설정한다. 설치장소의 높이(Hs)는 물품데이터 기억부(330)로부터 얻어도 되고, 시각정보로부터 추정해도 된다. 단계 S122에서, 파지부 이동수단(263)은, 파지부를 목표위치(Ht)까지 내리도록 팔부 제어부(152)에 지령을 내린다. 단계 S124에서, 파지부의 높이(Hh)가 설치장소의 높이보다 높은지의 여부를 시각정보로부터 판정한다. 파지부의 높이(Hh)가 설치장소의 높이보다 높은 경우("예"의 경우), 단계 S126에서, 현재의 파지부의 위치에서 테이블 방향으로 힘을 가하고, 판정단계 S128에서, 이양 완료 판정수단(247)은 힘센서의 값이 소정의 값보다 큰지의 여부를 판정한다. 그렇다면("예"의 경우), 순조롭게 놓아둘 수 있게 되므로, 단계 S130에서 설치보고를 행하고, 단계 S132에서, 홈 포지션으로 이동하여, 대기상태로 들어간다.

<306> 판정단계 S124에서, 파지부의 높이(Hh)가 설치장소의 높이와 같은 경우("아니오"의 경우), 운반물인 트레이가 이미 설치장소에 접하거나 또는 눌려 있다고 생각된다. 그래서, 판정단계 S134에서, 힘센서의 값이 소정의 값보다 큰지의 여부를 판정한다. 팔부 제어부(152)는, 파지부를 목표위치(Ht)까지 내리고자 하므로, 힘센서의 값이 소정의 값을 초과할 때까지 판정단계 S134를 반복한다. 힘센서의 값이 소정의 값을 초과한 경우("예"의 경우), 순조롭게 놓아둘 수 있게 되므로, 단계 S130으로 진행하고 상기 동작을 행한다.

<307> 한편, 판정단계 S128에서, 힘센서의 값이 소정의 값을 초과하지 않은 경우("아니오"의 경우), 추가의 판정단계 S140에서, 설치 성공여부 판정수단(264)은 파지부의 이동량이 소정의 값을 초과했는지의 여부를 판정한다. 초과하지 않은 경우("아니오"의 경우), 단계 S126으로 되돌아간다. 판정단계 S140에서, "예"의 경우, 파지부가 팔부의 동작만으로 내려가는 한계에 도달하게 되므로, 설치실패라고 판정한다. 이 경우, 적절한 실패처리를 행하고(단계 S141), 홈 포지션으로 이동하여(단계 S142), 대기상태로 되돌아간다(단계 S142).

<308> 다른 실시형태에 의한 설치동작을 도 24에 나타낸다. 도 24의 흐름도는, 단계 S128의 "아니오"분기 이후의 흐름을 제외하면 도 23의 흐름도와 같기 때문에, 차이점만을 설명한다.

<309> 판정단계 S128에서, 힘센서의 값이 소정의 값을 초과하지 않은 경우("아니오"의 경우), 추가의 판정단계 S150에서, 설치 성공여부 판정수단(264)에 의해, 목표값 변경횟수가 소정의 값에 도달했는지의 여부를 판정하는 방법도 있다. 이 방법에서는, 목표값 변경횟수가 소정의 값에 도달하지 않은 경우, 단계 S151에서, 목표값(Ht)을 소정의 값(W2)만큼 줄인다. 즉, Ht=Ht-W2로 설정하고, 단계 S122로 되돌아간다. 판정단계 S150에서, 목표값 변경횟수가 소정의 값에 도달한 경우("예"의 경우)도, 파지부가 팔부의 동작만으로 내려가는 한계에 도달하게 되므로, 설치실패라고 판정한다.

<310> 이상과 같이, 본 발명의 일실시형태에 의한 설치동작에 의하면, 설치장소의 높이가 로봇(R)의 파지부(71)의 가동범위의 하한보다 높으면, 운반한 물품 또는 트레이(M)를 설치장소에 놓아둘 수 있다.

<311> 운반이동 중에서, 로봇(R)이 트레이(M)를 떨어뜨린 경우에는, 운반상태 설정수단(248)이 운반상태를 「에러」라고 설정함과 동시에, 행동관리수단(210)이 운반실패를 전하는 행동보고신호를 생성하고, 로봇관리장치(3)에 출력한다.

<312> 본 실시형태에서는, 파지각도 편차(Θ)가 소정값(Θ5) 이하로 된 경우에(예를 들면, Θ=0), 수취/이양 행동 결정수단(240)이 로봇(R)이 트레이(M)를 떨어뜨렸다고 판정한다.

<313> 또한, 운반이동 중에서, 6축 힘센서(62)에서 검출하는 힘(Fx)이 크게 변화한 경우(예, 트레이(M)가 장애물에 부딪쳐 있음)에는, 로봇(R)은 자율이동을 일시정지하고, Fx가 통상 값으로 되돌아가는 것을 기다린다.

<314> 마찬가지로, 운반이동 중에서, 카메라(C, C)에서 전방에 장애물을 검출한 경우(예, 사람이 로봇의 앞을 가로지름)에도, 로봇(R)은 자율이동을 일시정지하고, 장애물이 전방으로부터 없어지는 것을 기다린다.

<315> (물품 놓임장소 이동)

<316> 도 25는, 본 발명의 실시형태에 관한 로봇 제어시스템에 의한 물품운반작업을 도시한 흐름도로서, 도 20에서 운반용기(M)를 사람에게 건네주지 못한 경우에 물품 놓임장소에 놓아두는 동작을 도시한 흐름도이다.

<317> 로봇(R)이 소정 시간에 사람(H2)의 탐색을 하지 못한 경우에는(단계 S68에서 "예"), 로봇(R)은 사람(H2)의 통상

거처(P2)로부터 물품 놓임장소(B1)로의 이동을 행한다(단계 S101). 이 경우도, 상술한 진동억제 제어를 행하는 것이 바람직하다.

<318> 그리고, 로봇(R)은, 상기 설치동작에 의해 물품 놓임장소(B1)에 트레이(M)를 놓아둠과 동시에(단계 S102), 트레이(M)를 물품 놓임장소(B1)에 놓아둔 취지를 전하는 행동보고신호를 생성하고, 로봇관리장치(3) 및 사람(H2) 전용의 단말(5)에 출력한다(단계 S103). 그리고, 로봇(R)은 물품 놓임장소(B1)로부터 홈 포지션까지의 이동을 행한다(단계 S104).

<319> 이상은, 본 발명의 설명을 위해서 실시형태의 예를 든 것에 불과하다. 따라서, 본 발명의 기술사상 또는 원리에 따라 상기 실시형태에 여러가지의 변경, 수정 또는 추가를 하는 것은 당업자에게는 용이하다.

<320> 예를 들면, 물품운반 중에서, 로봇이 물품을 떨어뜨렸는지의 여부를 판정하는 데에, 6축 힘센서에 의해 검출되는 Z축 방향의 외력(Fz)을 이용해도 된다. 이는, 로봇이 물품을 떨어뜨린 경우에는, 6축 힘센서는 물품의 하중을 검지하지 않게 되고, Fz가 저하되기 때문이다.

<321> 또한, 로봇의 각 관절부의 수·배치 등도 적절히 설계 변경가능하다.

<322> 또한, 본 실시형태에서는, 수취/이양 행동 결정수단, 사람위치 특정수단, 수취/이양 높이 결정수단, 신장 특정수단, 수취/이양 높이 결정수단 및 사람 특정수단을 로봇에 구비된 각 제어부 내에 마련하는 구성으로 하였는데, 이들 각 수단 중 적어도 하나를 로봇관리장치 측에 설치하는 구성이어도 된다.

<323> 도 22에 도시한 진동억제 제어부(410)에서는, 6축 힘센서에 의해 검출되는 모든 성분을 이용하였는데, 6개의 성분 중 Fz 및 My가 중요한 요인이 되므로, Fz 및 My를 포함하는 성분만을 이용해도 된다.

발명의 효과

<324> 본 발명에 의하면, 화상정보를 이용함으로써, 운반용기를 취득원으로부터 사람의 도움을 빌리지 않고 취득하는 것이 가능하게 된다. 또한, 운반 중에 파지부의 진동을 억제함으로써 물품의 흔들림을 억제하여 운반할 수 있으므로, 액체 등의 운반도 가능하게 된다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명의 실시형태에 관한 로봇 제어시스템을 도시한 시스템 구성도이다.

<2> 도 2는 도 1의 로봇(R)의 외관을 도시한 측면도이다.

<3> 도 3은 도 1의 로봇(R)의 기구적 구조를 모식적으로 도시한 사시도이다.

<4> 도 4는 도 1의 로봇(R)의 내부구조를 도시한 기능 블록도이다.

<5> 도 5는 로봇의 파지부를 도시한 사시도로서, (a)는 손가락폄 상태를 나타내고, (b)는 손가락접음 상태를 나타낸다.

<6> 도 6은 로봇의 파지부, 개방도 검출수단 및 외력 검출수단을 도시한 블록도이다.

<7> 도 7은 도 4의 주제어부 및 기억부를 도시한 블록도이다.

<8> 도 8은 본 발명에 의한 물품의 운반에 사용하는 운반용기를 도시한 도면이다.

<9> 도 9는 로봇(R)이 운반용기(M)를 든 모양을 도시한 사시도이다.

<10> 도 10은 본 발명의 실시형태에 관한 로봇 제어시스템에 의한 물품운반작업을 도시한 흐름도로서, 취득원이 사람인 경우의 취득위치로의 이동을 도시한 흐름도이다.

<11> 도 11은 본 발명의 실시형태에 관한 로봇 제어시스템에 의한 물품운반작업을 도시한 흐름도로서, 취득원이 장소인 경우의 취득위치에의 이동을 도시한 흐름도이다.

<12> 도 12는 로봇이 수취위치(취득원이 사람인 경우)로 이동한 상태를 도시한 도면이다.

<13> 도 13은 본 발명의 실시형태에 관한 로봇 제어시스템에 의한 물품운반작업을 도시한 흐름도로서, 취득원이 사람인 경우의 수취동작을 도시한 흐름도이다.

<14> 도 14는 로봇이 수취높이로 파지부를 내민 상태를 도시한 평면도이다.

<15> 도 15는 로봇이 수취높이로 파지부를 내민 상태를 도시한 도면이다.

<16> 도 16은 로봇이 물품의 수취를 개시한 상태를 도시한 도면이다.

<17> 도 17은 로봇이 물품의 수취를 완료한 상태를 도시한 도면이다.

<18> 도 18은 파지 성공여부 판정을 설명하기 위한 도면으로서, (a)는 파지 성공 상태를 도시한 도면이고, (b) 및 (c)는 파지 실패 상태를 도시한 도면이다.

<19> 도 19는 본 발명의 실시형태에 관한 로봇 제어시스템에 의한 물품운반작업을 도시한 흐름도로서, 물품의 재수취 준비를 도시한 흐름도이다.

<20> 도 20은 본 발명의 실시형태에 관한 로봇 제어시스템에 의한 물품운반작업을 도시한 흐름도로서, 송달처가 사람인 경우의 운반이동을 도시한 흐름도이다.

<21> 도 21은 본 발명의 실시형태에 관한 로봇 제어시스템에 의한 물품운반작업을 도시한 흐름도로서, 송달처가 장소인 경우의 운반이동을 도시한 흐름도이다.

<22> 도 22는 본 발명의 일실시형태에 의해 파지부(71)의 진동억제 제어기능을 구비한 도 4의 팔부 제어부(152)의 구성예를 도시한 대략 블록도이다.

<23> 도 23은 본 발명의 실시형태에 관한 로봇 제어시스템에 의한 물품운반작업을 도시한 흐름도로서, 송달처가 장소인 경우의 설치동작의 일례를 도시한 흐름도이다.

<24> 도 24는 본 발명의 실시형태에 관한 로봇 제어시스템에 의한 물품운반작업을 도시한 흐름도로서, 송달처가 장소인 경우의 설치동작의 다른 예를 도시한 흐름도이다.

<25> 도 25는 본 발명의 실시형태에 관한 로봇 제어시스템에 의한 물품운반작업을 도시한 흐름도로서, 도 20에서 운반용기(M)를 사람에게 건네주지 못한 경우에 물품 놓임장소에 놓는 동작을 도시한 흐름도이다.

<26> 도 26은 본 발명에 의한 진동억제 제어의 효과의 일례를 도시한 그래프이다.

<27> 도 27은 도 22의 모터제어/구동부(401~407)의 내부구조의 일례를 도시한 블록선도이다.

<28> <부호의 설명>

<29> 3 로봇관리장치

<30> 62, 62L, 62R 6축 힘센서(외력 검출수단)

<31> 71, 71L, 71R 파지부

<32> 81, 81L, 81R 개방도 검출수단

<33> 83 제1 손가락부 각도 검출수단

<34> 84 제2 손가락부 각도 검출수단

<35> 102 이동체 추출부(사람위치 특정수단, 신장 특정수단)

<36> 152 팔부 제어부

<37> 220 사람 특정수단

<38> 232 수취/이양 위치 결정수단

<39> 240 수취/이양 행동 결정수단

<40> 242 수취/이양 높이 결정수단

<41> 243 수취개시 판정수단

<42> 244 수취동작완료 판정수단

<43> 245 파지 성공여부 판정수단

<44> 246 이양 개시 판정수단

<45> 247 이양 완료 판정수단

<46> 410 파지부 진동억제 제어부

<47> 401~407 모터제어/구동부

<48> 408, 420 로우패스필터

<49> 409, 430 분배부

<50> A 로봇 제어시스템

<51> R 로봇

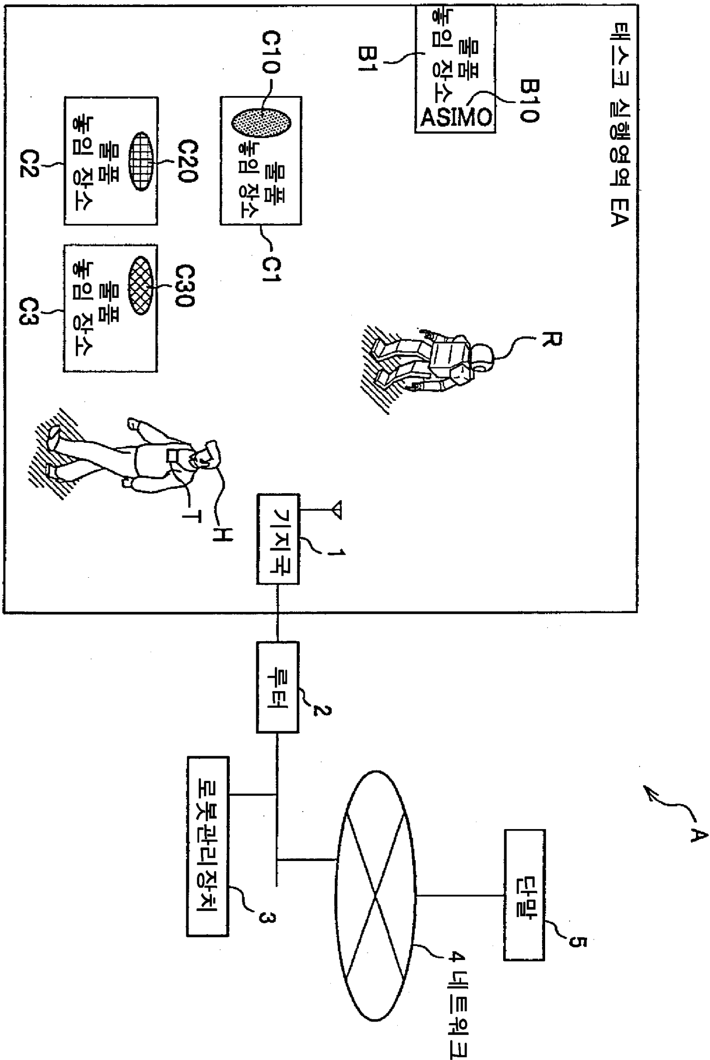
<52> M 트레이

<53> M2 패턴

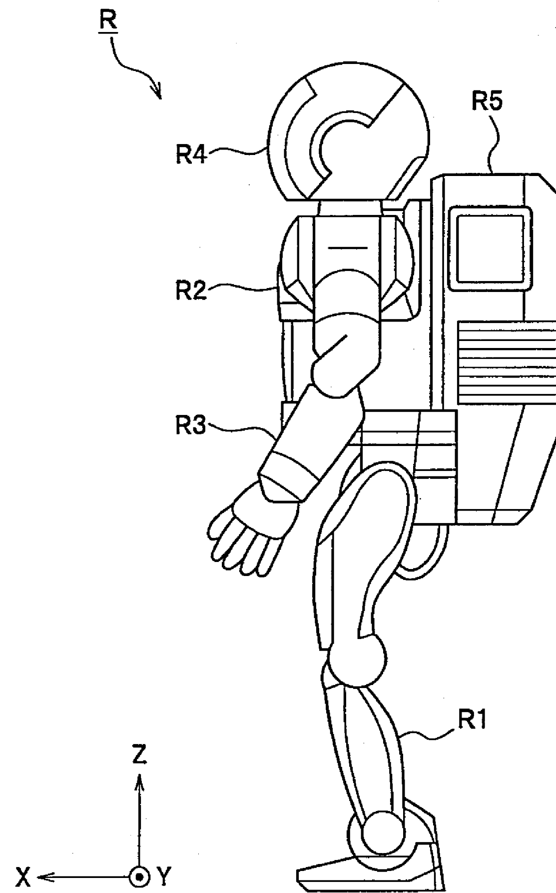
<54> M3 파지부분

도면

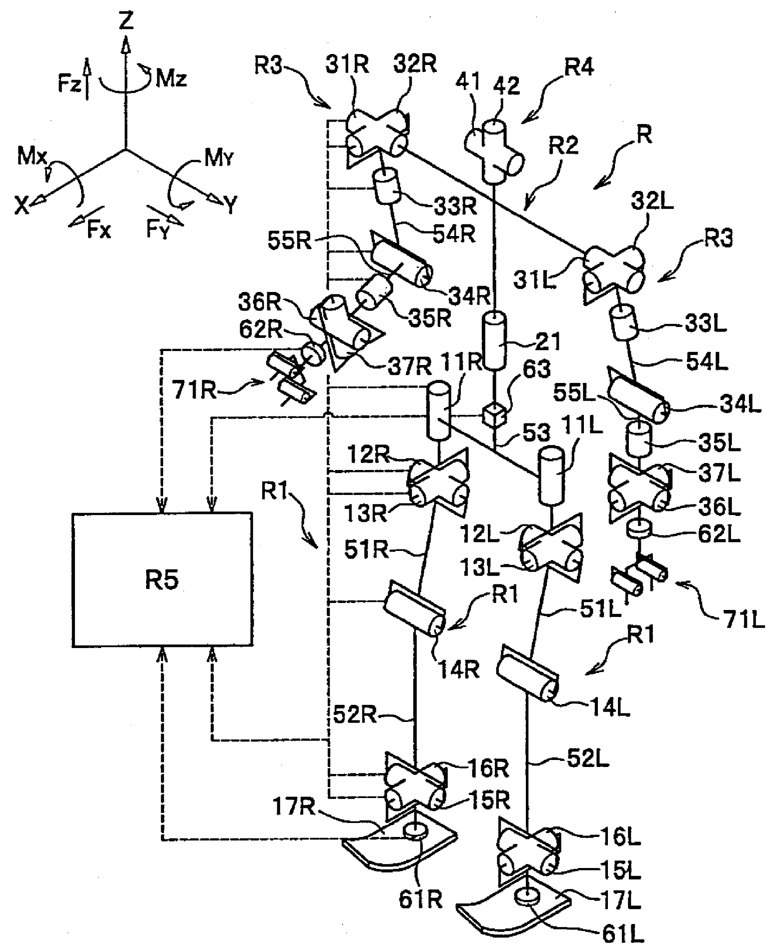
도면1



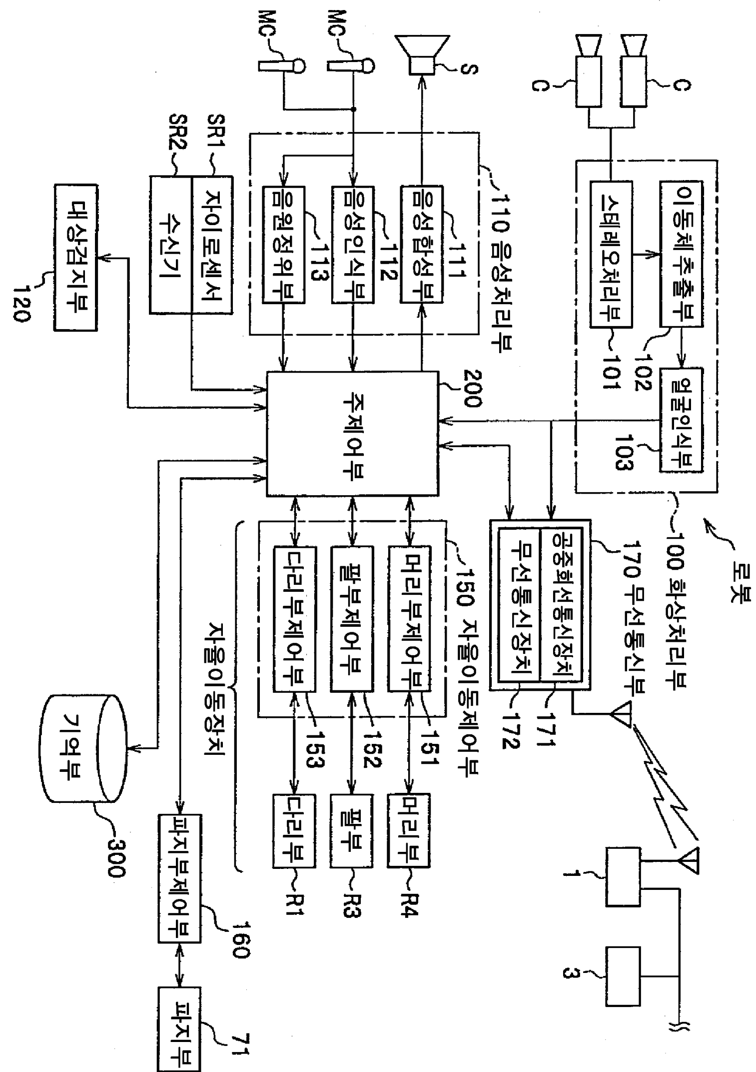
도면2



도면3

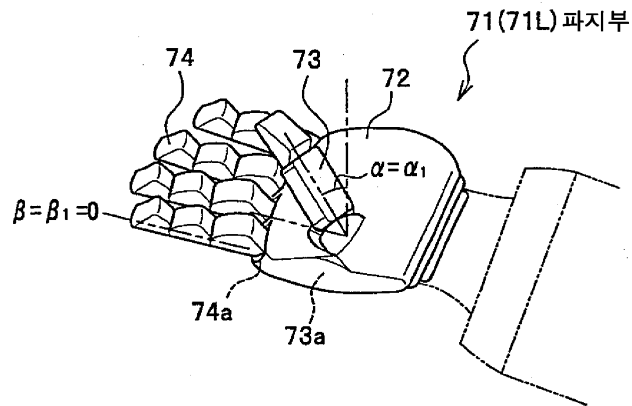

Z
Fz
Mz
Mx
My
X
Y
Fx
Fy
R3
31R
32R
41
42
R4
R2
R
32L
R3
33R
54R
55R
34R
31L
36R
35R
33L
62R
21
54L
37R
11R
63
71R
55L
34L
53
11L
35L
12R
37L
R1
36L
13R
62L
12L
51R
13L
R5
R1
51L
71L
R1
14R
14L
52R
52L
16R
15R
17R
16L
15L
61R
17L
61L

도면4

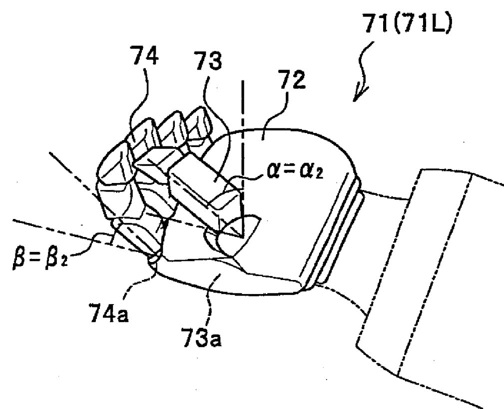

로봇
100 화상처리부
이동체추출부
102
스테레오처리부
101
얼굴인식부
103
C
C
S
MC
MC
110 음성처리부
음성합성부
111
음성인식부
112
음원정위부
113
SR1
자이로센서
SR2
수신기
대상검지부
120
주제어부
200
170 무선통신부
공중회선통신장치
171
무선통신장치
172
150 자율이동제어부
머리부제어부
151
팔부제어부
152
다리부제어부
153
머리부
R4
팔부
R3
다리부
R1
자율이동장치
기억부
300
파지부제어부
160
파지부
71
1
3

도면5

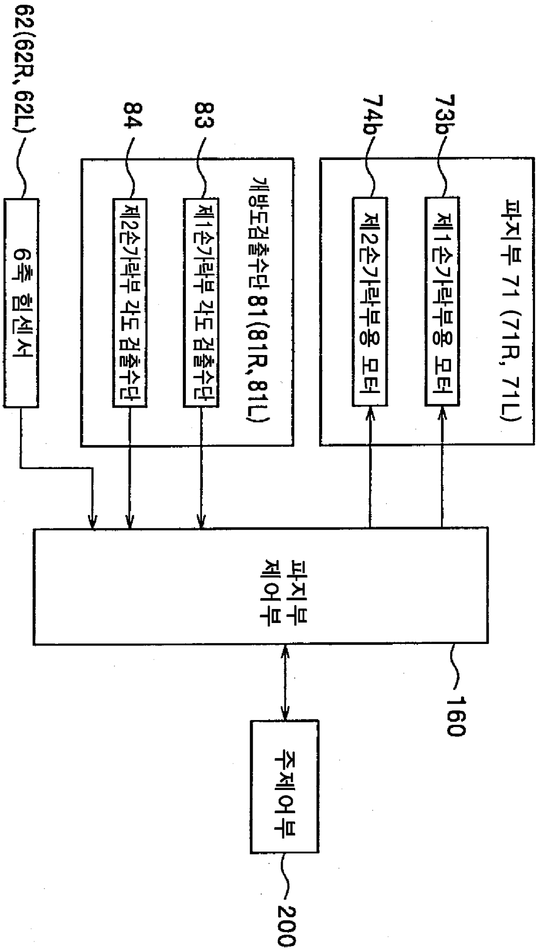
(a)


71(71L) 파지부
74
73
72
α=α1
β=β1=0
74a
73a

(b)

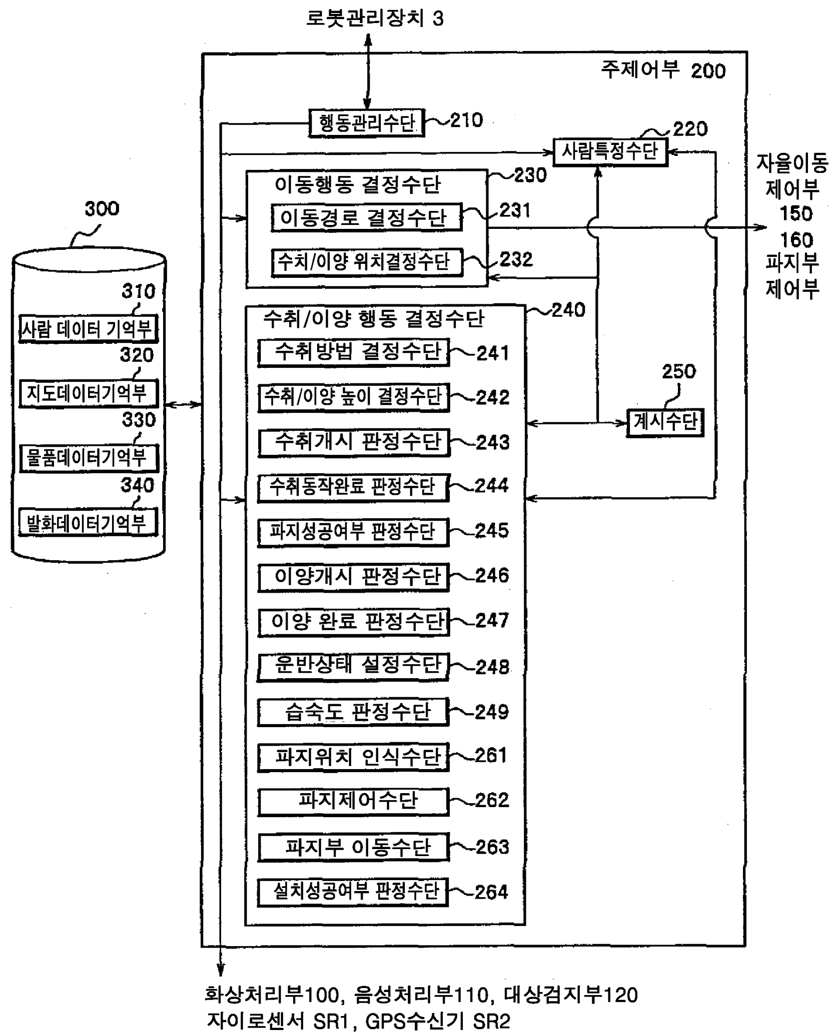

71(71L)
74
73
72
α=α2
β=β2
74a
73a

도면6

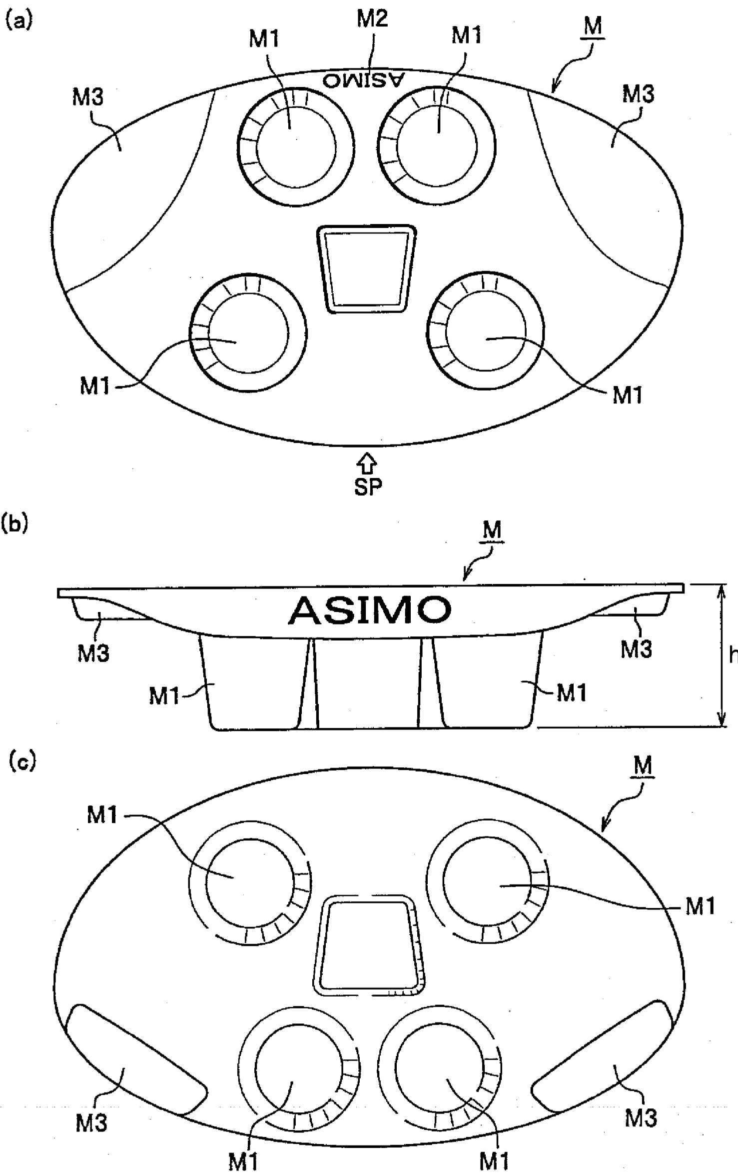


파지부 71 (71R, 71L)
73b
제1손가락부용 모터
74b
제2손가락부용 모터
개방도검출수단 81(81R, 81L)
83
제1손가락부 각도 검출수단
84
제2손가락부 각도 검출수단
62(62R, 62L)
6축 힘센서
파지부 제어부
160
주제어부
200

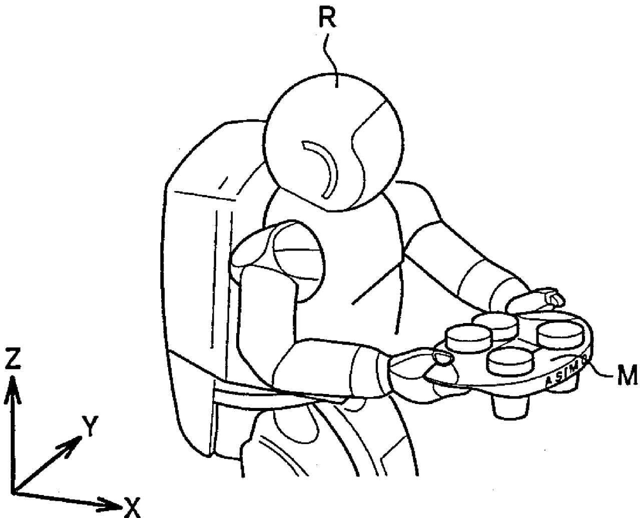
도면7


로봇관리장치 3
주제어부 200
행동관리수단 210
사람특정수단 220
이동행동 결정수단 230
이동경로 결정수단 231
수치/이양 위치결정수단 232
수취/이양 행동 결정수단 240
수취방법 결정수단 241
수취/이양 높이 결정수단 242
수취개시 판정수단 243
수취동작완료 판정수단 244
파지성공여부 판정수단 245
이양개시 판정수단 246
이양 완료 판정수단 247
운반상태 설정수단 248
습숙도 판정수단 249
파지위치 인식수단 261
파지제어수단 262
파지부 이동수단 263
설치성공여부 판정수단 264
계시수단 250
자율이동 제어부 150
160 파지부 제어부
300
310 사람 데이터 기억부
320 지도데이터기억부
330 물품데이터기억부
340 발화데이터기억부
화상처리부100, 음성처리부110, 대상검지부120
자이로센서 SR1, GPS수신기 SR2

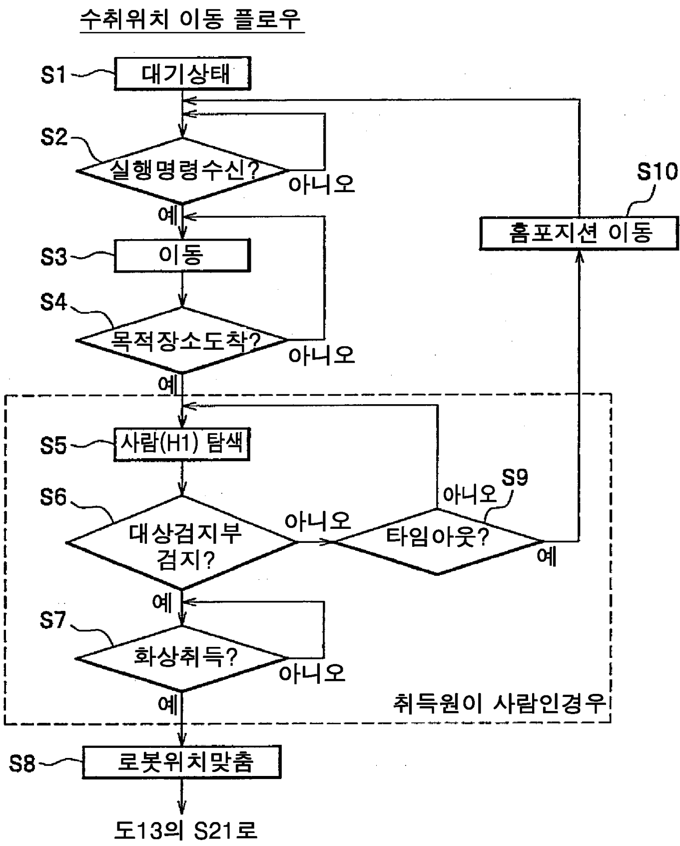
도면8


(a)
M2
M1
M1
M
ASIMO
M3
M3
M1
M1
SP
(b)
M
ASIMO
M3
M3
h
M1
M1
(c)
M
M1
M1
M3
M3
M1
M1

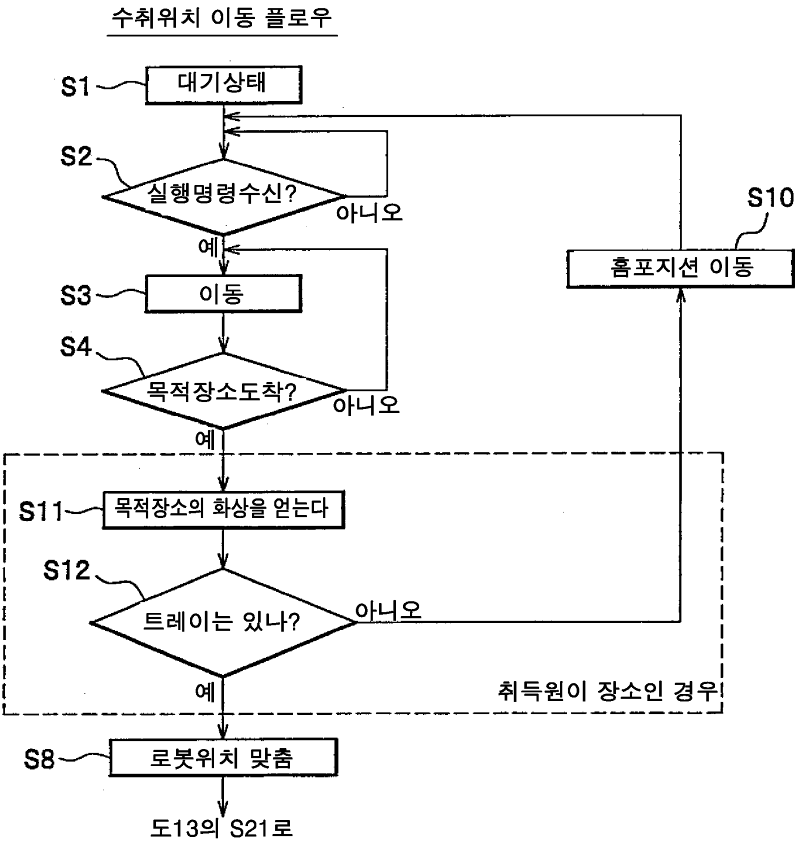
도면9


R
M
Z
Y
X

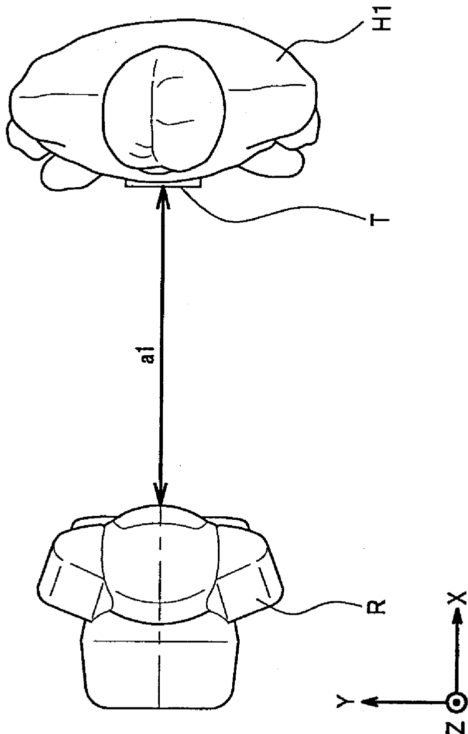
도면10


수취위치 이동 플로우
S1
대기상태
S2
실행명령수신?
아니오
예
S3
이동
S4
목적장소도착?
아니오
예
S5
사람(H1) 탐색
S6
대상검지부
검지?
아니오
S9
아니오
타임아웃?
예
S10
홈포지션 이동
예
S7
화상취득?
아니오
예
취득원이 사람인경우
S8
로봇위치맞춤
도13의 S21로

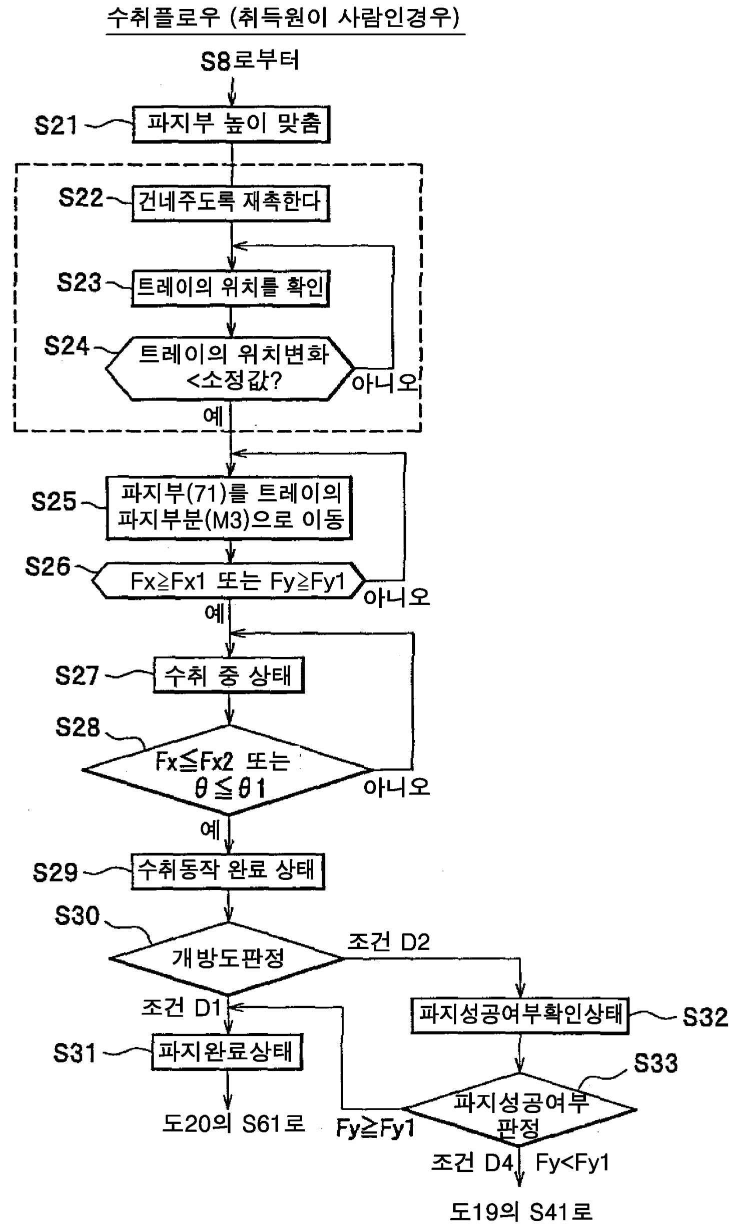
도면11


수취위치 이동 플로우
S1
대기상태
S2
실행명령수신?
아니오
예
S10
홈포지션 이동
S3
이동
S4
목적장소도착?
아니오
예
S11
목적장소의 화상을 얻는다
S12
트레이는 있나?
아니오
예
취득원이 장소인 경우
S8
로봇위치 맞춤
도13의 S21로

도면12

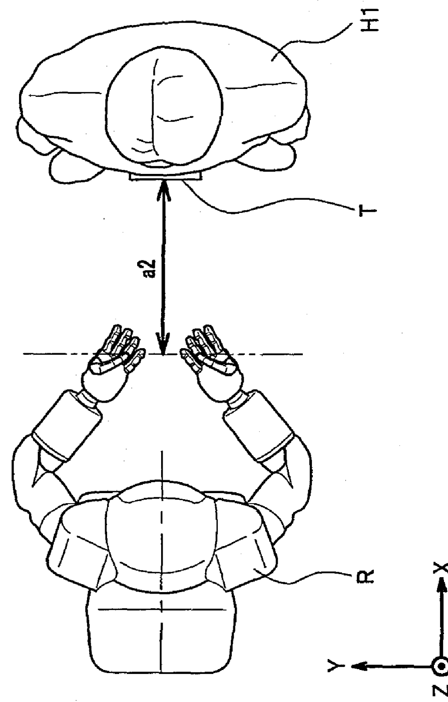

H1
T
a1
R
X
Y
Z

도면13

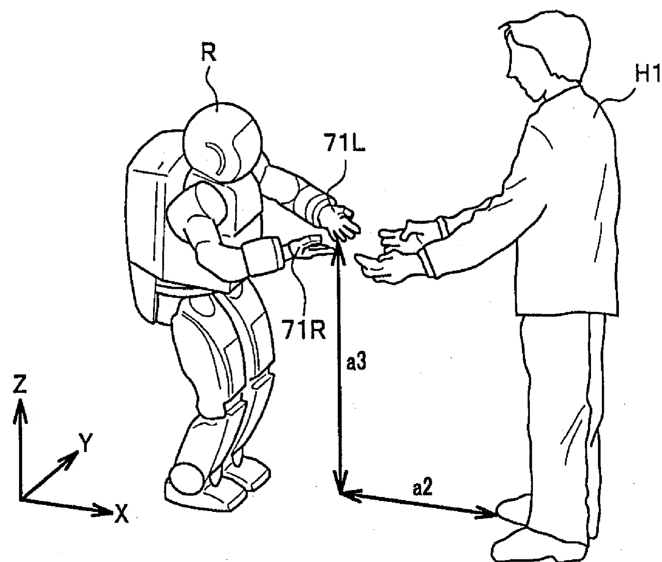


수취플로우 (취득원이 사람인경우)
S8로부터
S21
파지부 높이 맞춤
S22
건네주도록 재촉한다
S23
트레이의 위치를 확인
S24
트레이의 위치변화 <소정값?
아니오
예
S25
파지부(71)를 트레이의 파지부분(M3)으로 이동
S26
Fx≧Fx1 또는 Fy≧Fy1
아니오
예
S27
수취 중 상태
S28
Fx≦Fx2 또는 θ≦θ1
아니오
예
S29
수취동작 완료 상태
S30
개방도판정
조건 D2
조건 D1
S31
파지완료상태
도20의 S61로
파지성공여부확인상태
S32
S33
파지성공여부 판정
Fy≧Fy1
조건 D4
Fy<Fy1
도19의 S41로

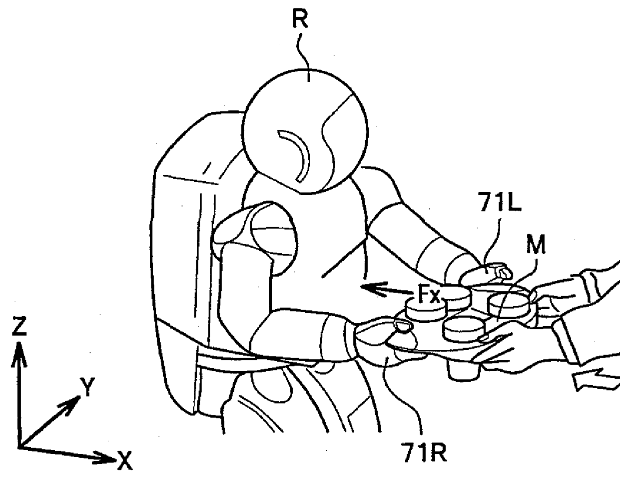
도면14



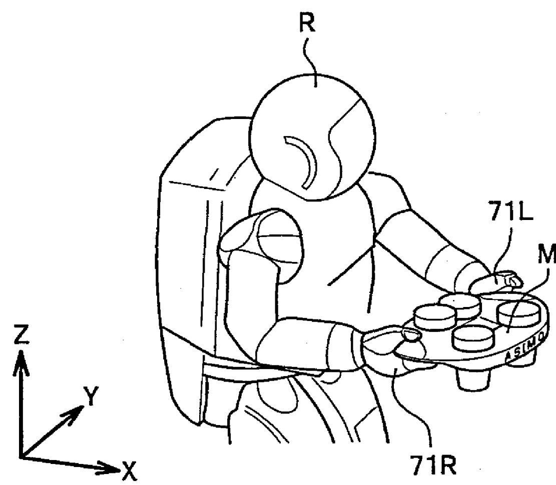
도면15



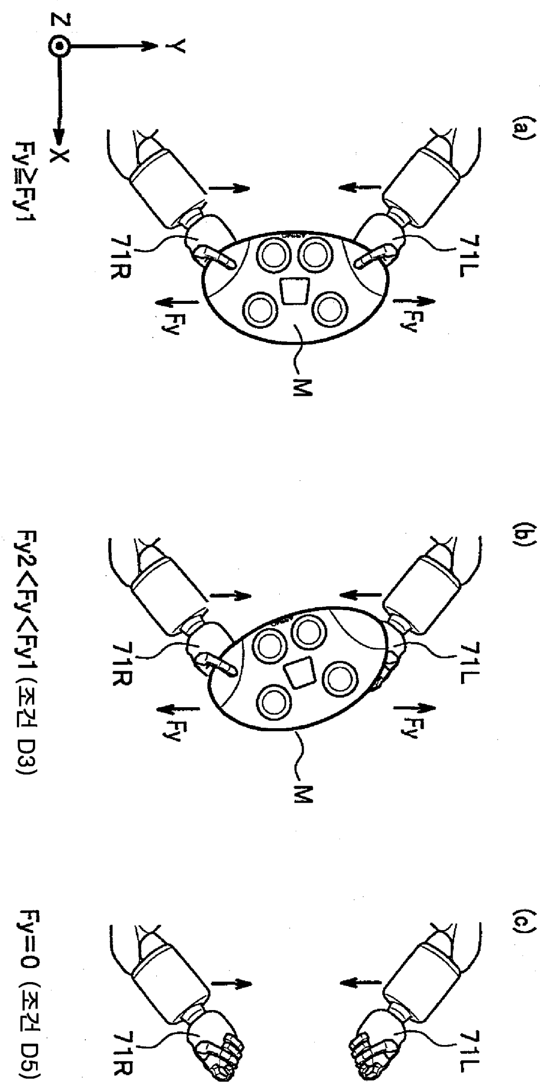
도면16



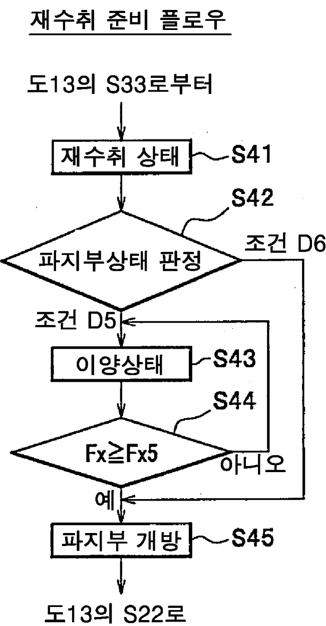
도면17



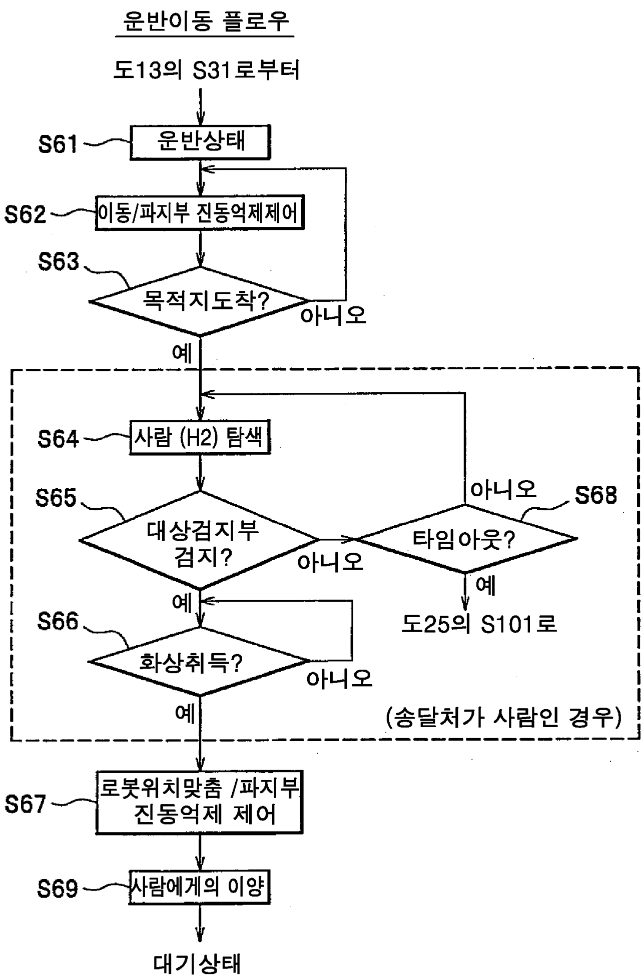
도면18



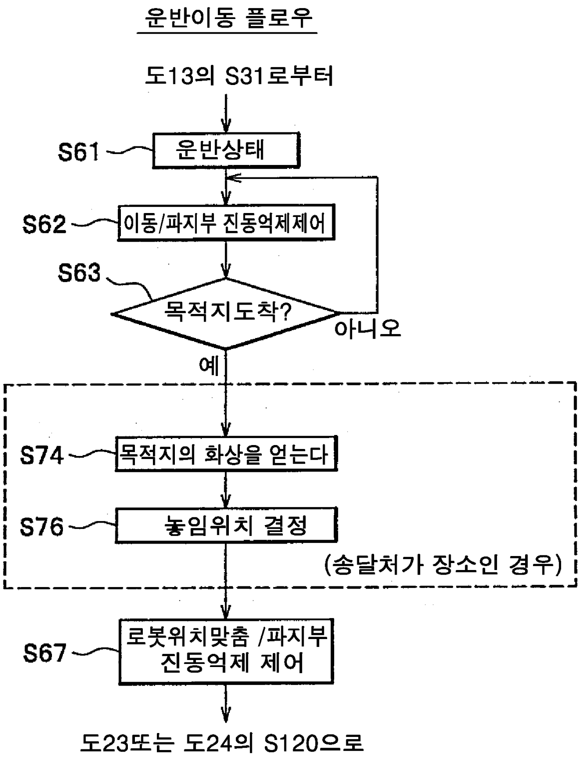
도면19


재수취 준비 플로우
도13의 S33로부터
재수취 상태
S41
S42
파지부상태 판정
조건 D6
조건 D5
이양상태
S43
S44
Fx≧Fx5
아니오
예
파지부 개방
S45
도13의 S22로

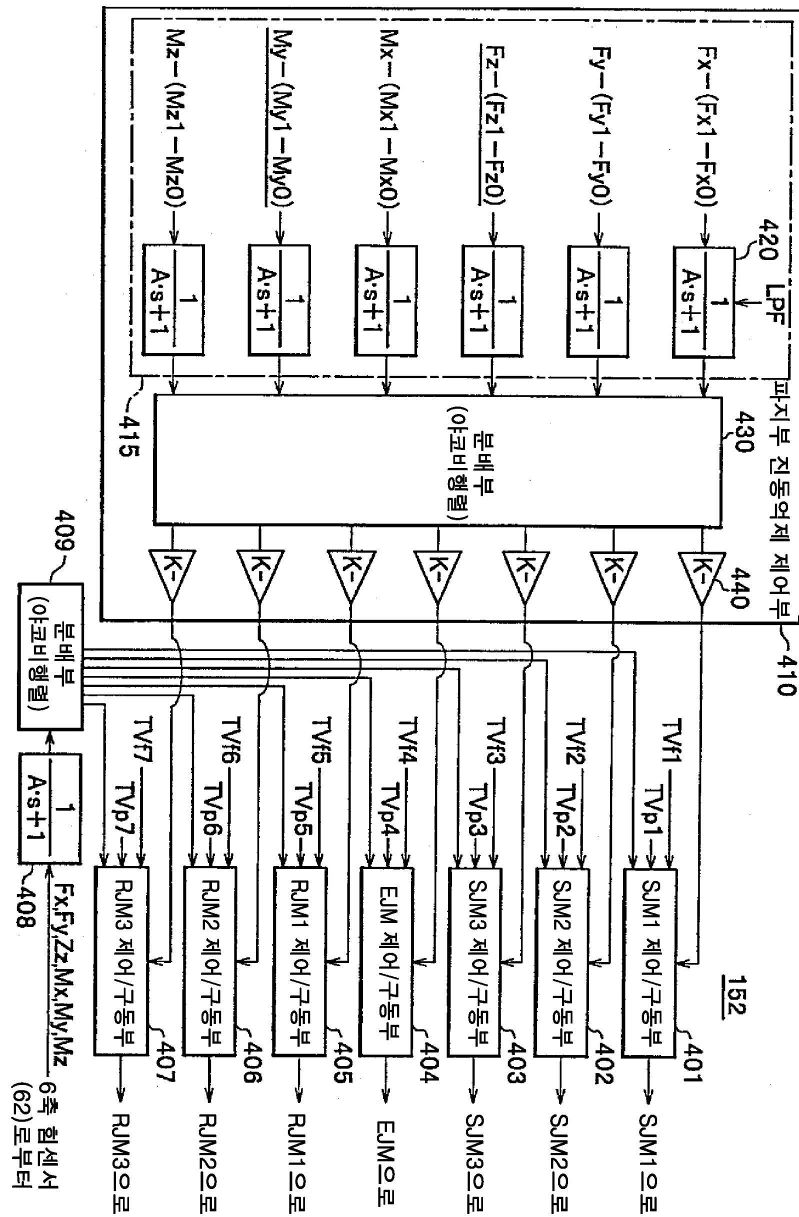
도면20


운반이동 플로우
도13의 S31로부터
S61
운반상태
S62
이동/파지부 진동억제제어
S63
목적지도착?
아니오
예
S64
사람 (H2) 탐색
S65
대상검지부
검지?
아니오
아니오
S68
타임아웃?
예
도25의 S101로
예
S66
화상취득?
아니오
예
(송달처가 사람인 경우)
S67
로봇위치맞춤 /파지부
진동억제 제어
S69
사람에게의 이양
대기상태

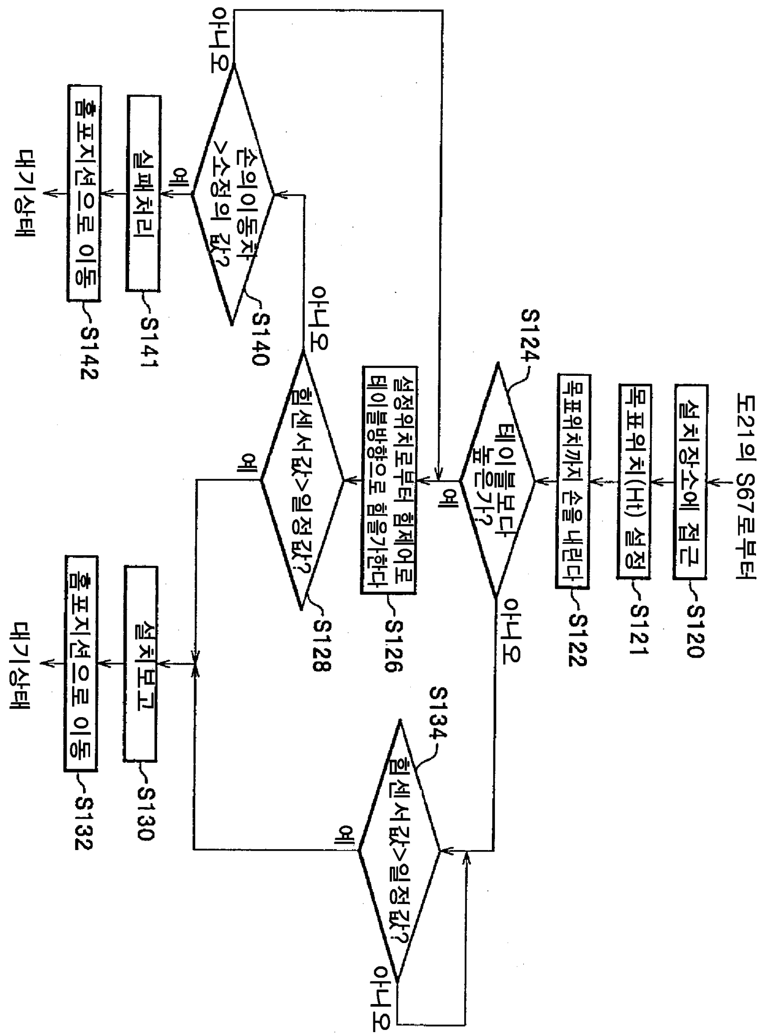
도면21


운반이동 플로우
도13의 S31로부터
S61
운반상태
S62
이동/파지부 진동억제제어
S63
목적지도착?
아니오
예
S74
목적지의 화상을 얻는다
S76
놓임위치 결정
(송달처가 장소인 경우)
S67
로봇위치맞춤 /파지부
진동억제 제어
도23또는 도24의 S120으로

도면22

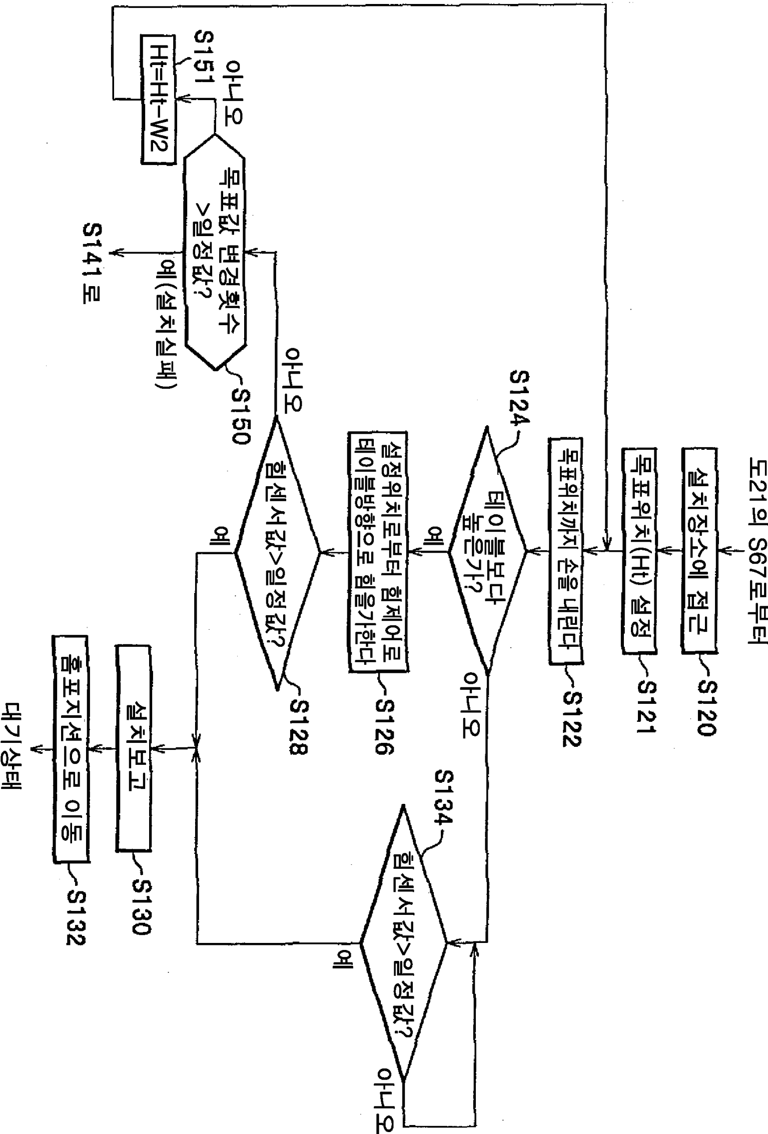

152
파지부 진동억제 제어부
410
420
LPF
415
Fx－(Fx1－Fx0)
Fy－(Fy1－Fy0)
Fz－(Fz1－Fz0)
Mx－(Mx1－Mx0)
My－(My1－My0)
Mz－(Mz1－Mz0)
1/(A·s+1)
430
분배부 (야코비 행렬)
440
K-
409
분배부 (야코비 행렬)
408
Fx,Fy,Zz,Mx,My,Mz
6축 힘센서 (62)로부터
TVf1
TVp1
TVf2
TVp2
TVf3
TVp3
TVf4
TVp4
TVf5
TVp5
TVf6
TVp6
TVf7
TVp7
SJM1 제어/구동부
401
SJM2 제어/구동부
402
SJM3 제어/구동부
403
EJM 제어/구동부
404
RJM1 제어/구동부
405
RJM2 제어/구동부
406
RJM3 제어/구동부
407
SJM1으로
SJM2으로
SJM3으로
EJM으로
RJM1으로
RJM2으로
RJM3으로

도면23

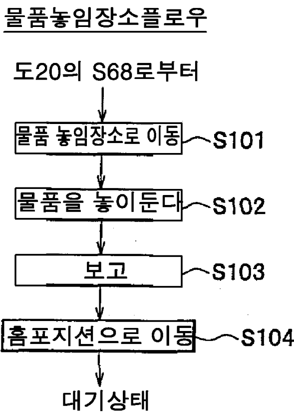


도21의 S67로부터
설치장소에 접근
S120
목표위치(Ht) 설정
S121
목표위치까지 손을 내린다
S122
테이블보다 높은가?
S124
예
아니오
설정위치로부터 힘제어로 테이블방향으로 힘을가한다
S126
힘센서값>일정값?
S128
예
아니오
손의이동차>소정의 값?
S140
예
아니오
실패처리
S141
홈포지션으로 이동
S142
대기상태
설치보고
S130
홈포지션으로 이동
S132
대기상태
힘센서값>일정값?
S134
예
아니오

도면24

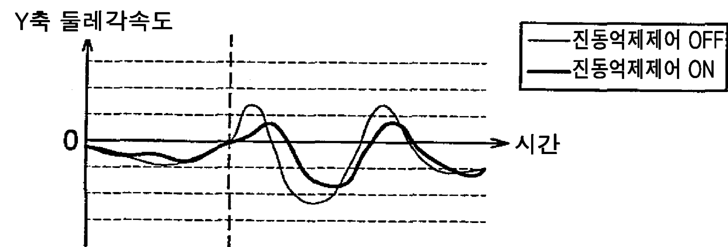

도21의 S67로부터
설치장소에 접근
S120
목표위치(Ht) 설정
S121
목표위치까지 손을 내린다
S122
테이블보다 높은가?
S124
예
아니오
설정위치로부터 힘제어로 테이블방향으로 힘을 가한다
S126
힘센서값>일정값?
S128
아니오
예
목표값 변경횟수 >일정값?
S150
예(설치실패)
S141로
아니오
Ht=Ht-W2
S151
설치보고
S130
홈포지션으로 이동
S132
대기상태
힘센서값>일정값?
S134
예
아니오

도면25

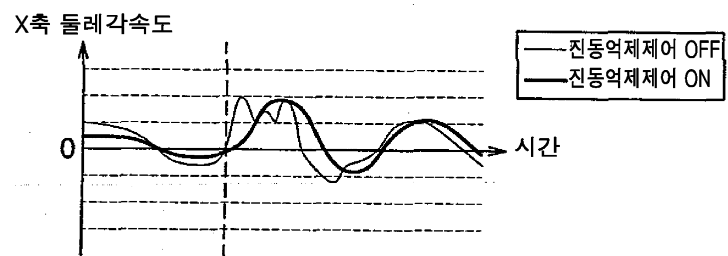

물품놓임장소플로우
도20의 S68로부터
물품 놓임장소로 이동
S101
물품을 놓이둔다
S102
보고
S103
홈포지션으로 이동
S104
대기상태

도면26

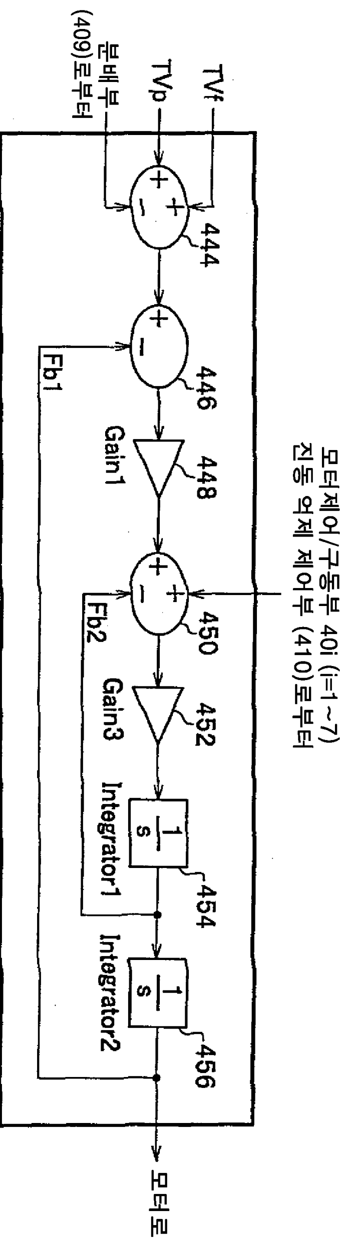
(a)


Y축 둘레각속도
0
시간
진동억제제어 OFF
진동억제제어 ON

(b)


X축 둘레각속도
0
시간
진동억제제어 OFF
진동억제제어 ON

도면27


TVf
TVp
분배부
(409)로부터
444
446
448
Gain1
Fb1
모터제어/구동부 40i (i=1~7)
진동 억제 제어부 (410)로부터
450
452
Gain3
Fb2
1
s
Integrator1
454
1
s
Integrator2
456
모터로